

Universidade Técnica de Lisboa

Instituto Superior de Economia e Gestão

Mestrado Bolonha em
Economia e Gestão de Ciência, Tecnologia e Inovação

Entraves à adesão do ENUM em Portugal

Rui Alexandre Clemente Ribeiro

Orientação:

Professor Doutor Manuel Mira Godinho

Agosto 2010

[Esta página foi intencionalmente deixada em branco]

É autorizada a reprodução integral desta dissertação apenas para efeitos de investigação, mediante declaração escrita do interessado, que a tal se compromete.

Universidade Técnica de Lisboa, Agosto 2010

Agradecimentos

Quero agradecer:

- às inúmeras pessoas que me ajudaram na concepção deste trabalho, dando ideias, orientações, revendo ou em simples conversas informais;
- ao meu orientador, Professor Doutor Manuel Mira Godinho, pela completa disponibilidade e apoio na realização deste trabalho;
- ao contacto privilegiado quer com o Professor João Confraria, quer com o Mestre Luís Nazaré, os quais me disponibilizaram perspectivas diversas sobre esta temática;
- à Eng^a Eduarda Gonçalves pela sua amabilidade e interesse neste trabalho;
- à minha mãe, pelas múltiplas revisões exaustivas que fez a este trabalho;
- à minha esposa, pela paciência e incentivo na realização desta etapa da minha vida académica;
- a todos os que, durante esta jornada, de alguma forma, contribuíram com palavras de incentivo para a realização deste trabalho.

Uma referência especial, às instituições que me apoiaram, mesmo que indirectamente, sem as quais teria sido impossível realizar este trabalho:

- ao ICP-ANACOM, pela organização dos diversos eventos relacionados com ENUM, em particular, ao realizado em Outubro de 2009;
- à FCCN, enquanto entidade patronal, pela viabilização de tempo que possibilitou a minha participação em diversos eventos no decurso da realização deste trabalho.

Glossário de Termos e Abreviaturas

3GPP	- 3rd Generation Partnership Project
ccTLD	- Country Code TLD
CIRA	- Canadian Internet Registration Authority
CISCO	- Cisco Systems, Inc
DNS	- Domain Name System
DNSsec	- DNS Security Extensions
E.164	- Recomendação do UIT-T “The international public telecommunication numbering plan”
ENUM	- Telephone Number Mapping; Electronic Numbering
EPP	- Extensible Provisioning Protocol
ETSI	- European Telecommunications Standards Institute
FCC	- Federal Communications Commission
FCCN	- Fundação para a Computação Científica Nacional
GSM	- Global System for Mobile Communications
GSMA	- GSM Association
H.323	- Recomendação do UIT-T “Packet-based multimédia communications systems”
IAB	- Internet Advisory Board
ICP	- Instituto das Comunicações de Portugal
ICP-ANACOM	- ICP - Autoridade Nacional de Comunicações
IETF	- Internet Engineering Task Force
IMS	- IP Multimedia Subsystem
IP	- Internet Protocol
ISP	- Internet Service Provider
ITU-T	- União Internacional de Telecomunicações – sector da normalização
IVR	- Interactive Voice Responder
MOPTC	- Ministério das Obras Públicas, Transportes e Comunicações
NAPTR	- Naming Authority Pointer
NGN	- Next Generation Networks

NREN	- National Research Education Network
PDA	- Personal Digital Assistant
PNN	- Plano Nacional de Numeração
RFC	- Request For Comments
RFT	- Rede Fixa Tradicional
RIPE NCC	- Reseaux IP Europeens Network Control Center
SIP	- Session Initiation Protocol
TIC	- Tecnologias de Informação e Comunicação
TLD	- Top Level Domain
URI	- Uniform Resource Identifier
VoIP	- Voice over IP

Entraves à adesão do ENUM em Portugal

Rui Alexandre Clemente Ribeiro

Mestrado em: Economia e Gestão de Ciência, Tecnologia e Inovação

Orientador: Professor Doutor Manuel Mira Godinho

Resumo:

O ENUM é uma tecnologia que possibilita a integração e a convergência das redes de telecomunicações tradicionais e de nova geração. Foi desenvolvida no final da década de 90 do século XX, e apresenta o potencial de redução de operação de custos das redes de telecomunicações, ao mesmo tempo que permite novas funcionalidades e serviços. A crescente aceitação de tecnologias VoIP, a disseminação de banda larga por todo o território nacional e a potencial redução de custos seriam, à partida, factores suficientes para a utilização desta tecnologia. Após dez anos, verifica-se que o ENUM seguiu em duas direcções: o “*Carrier* ENUM”, utilizado por operadores e o “*User* ENUM” orientado para utilizadores de redes VoIP abertas. O primeiro começa agora a dar os primeiros passos, mas o segundo aguarda ainda suporte por parte dos *stakeholders*.

O presente trabalho caracteriza o ENUM nas suas diversas vertentes, identifica os factores potenciadores e inibidores da sua difusão e descreve os entraves que se levantam à sua implementação em Portugal.

Numa análise comparada, verifica-se que o ENUM apresenta, em Portugal, o mesmo tipo de desafios e problemas verificados no resto do mundo.

Existem entraves de cariz comercial, regulador e técnico que devem ser consciencializados ao nível político de forma a permitir uma difusão eficaz da tecnologia ENUM em ambientes abertos.

Palavras-chave: ENUM, telecomunicações, convergência, regulação, difusão tecnológica

Challenges to ENUM adoption in Portugal

Rui Alexandre Clemente Ribeiro

Master's degree in: Economics and Management of Science Technology and Innovation.

Orientation: Manuel Mira Godinho (PhD)

Abstract:

ENUM is a technology that enables telecommunication network integration and convergence. It was developed in the late 1990s. As a technology it can reduce operational costs bringing, simultaneously, new features and services to telecommunication networks. VoIP based services and broadband Internet access are becoming more and more available in Portugal which together with the cost reduction might be enough factors to the natural spread of ENUM technology. After ten years since its definition, ENUM has been divided into two different types: the “Carrier ENUM”, in use by Operators; and the “User ENUM”, to be used by Open VoIP Network users. While the first is starting to take its first steps, the second is still waiting for adoption from the stakeholders.

This study characterizes ENUM in its various aspects, identifies the stimulating and inhibits factors of its diffusion and describes the obstacles that arise with its implementation in Portugal.

In a comparative analysis, ENUM presents, in Portugal, the same kind of challenges and problems to those encountered in other countries.

The obstacles are commercial, regulatory and technical and there should be awareness of them at political level in order to allow an efficient diffusion of ENUM technology in open environments.

Key words: ENUM, telecommunications, convergence, regulation, technology diffusion

Índice

Capítulo I - Introdução	1
I.1 - Objectivo	3
I.2 - Organização da Dissertação	3
I.3 - Problemática e a metodologia adoptada.....	4
Capítulo II - Enquadramento Teórico	7
II.1 - Processos de Difusão	7
II.1.1 - A introdução de uma nova ideia.....	7
II.1.2 - Introdução de uma inovação num ambiente TIC	11
II.1.3 - Os efeitos de inovação em rede	12
II.1.4 - Saltar o “chasm”	15
II.1.5 - A difusão de Tecnologias Disruptivas.....	16
II.1.6 - A Inovação no contexto das Indústria de Telecomunicações.....	18
II.1.7 - Alteração da estrutura do mercado de telecomunicações e regulação	19
II.2 - Revisão de Literatura ENUM	23
II.2.1 - Consulta ENUM por parte da ANACOM	23
II.2.2 - Comparação de <i>Field Trials</i>	23
II.2.3 - A relação entre o VoIP e o ENUM.....	24
II.2.4 - A Comunidade de Utilizadores VoIP na Internet.....	26
Capítulo III - Mercado de Telecomunicações Português.....	28
III.1 - Rede Fixa Tradicional	29
III.2 - Serviço Telefónico Móvel	31
III.3 - Acesso a Banda Larga	32
III.4 - Caracterização do Tráfego.....	32
III.5 - VoIP Nómada	33

Capítulo IV - Enquadramento Tecnológico	36
IV.1 - Introdução ao ENUM	36
IV.2 - Introdução Técnica	36
IV.3 - Caracterização do ENUM	39
IV.4 - Estado de Disseminação	44
Capítulo V - User ENUM.....	46
V.1 - Organização	46
V.1.1 - Modelo Funcional e Administrativo	46
V.1.2 - Processo de Registo de Número	48
V.1.3 - Processo de Implementação	49
V.2 - Stakeholders.....	52
V.3 - Situação Internacional	53
V.4 - Situação Nacional	59
V.4.1 - Processo de Consulta.....	60
V.4.2 - As Instituições	61
V.4.3 - Posição actual dos <i>Stakeholders</i>	61
V.5 - Modelo de Negócio	67
V.5.1 - Registry	67
V.5.2 - Outros Modelos de Negócio.....	70
Capítulo VI - Conclusão.....	73
Referências Bibliográficas	80
Bibliografia	80
Sites Consultados.....	82

Lista de Figuras

Figura 1 - Adopção da Inovação.....	9
Figura 2 - Curva S	9
Figura 3 - As Fases de disrupção (Hüsig, 2009)	17
Figura 4 - Transformação da estrutura Integrada para Modular (Vaishnav, 2010).....	20
Figura 5 - Modelo de 4 camadas para rede de dados abertas (Vaishnav, 2010)	21
Figura 6 - Receitas do Serviço de Voz	29
Figura 7 - Evolução do número de clientes por rede de acesso.....	30
Figura 8 - Evolução do número de acessos	30
Figura 9 - Evolução do número de assinantes por tipo de plano tarifário	31
Figura 10 - Distribuição do tráfego por destino (Minutos)	33
Figura 11 - Evolução do Número de Clientes VoIP Nómada	34
Figura 12 - Processo de Registo de um número E.164 no ENUM.....	49
Figura 13 - Sequência de Estados de Implementação do ENUM	50

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Classificação Reguladora de Serviços VoIP segundo a FCC	22
Tabela 2 - Envolvimento dos diferentes <i>Stakeholders</i> nos Trials ENUM nacionais.....	24
Tabela 3 - Receitas das Empresas do Sector face ao PIB (Receitas/PIB)	28
Tabela 4 - Voz sobre IP nómada	34
Tabela 6 - Responsabilidade de Funções no ENUM.....	48
Tabela 7 - Número de países por Estado de Implementação do ENUM.....	53
Tabela 8 – Distribuição Actual das Funções dos <i>Stakeholders</i>	60
Tabela 9 - Tabela de Custos	69
Tabela 10 - Número de Registos para Retorno de Investimento a 3 anos.....	70

Capítulo I - Introdução

Criado no final do século XIX, o serviço telefónico popularizou-se ao longo das décadas, tornando-se num dos serviços críticos da civilização actual. Baseado originalmente em tecnologia de comutação de circuitos sobre equipamentos analógicos dedicados tem vindo a sofrer, nos últimos anos, uma revolução a diversos níveis. Com a evolução tecnológica, a democratização das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC), o aumento da capacidade de processamento e o acesso à banda larga possibilitaram disponibilizar o serviço de voz através de equipamentos digitais não dedicados (computadores, PDAs, telemóveis, etc.).

Com o aumento do número de utilizadores, a normalização dos protocolos e a interligação de redes IP (*Internet Protocol*), o serviço de voz foi, de forma natural, transposto para a Internet no que se veio a denominar por serviços VoIP (*Voice Over IP*). A expansão da rede promoveu o aumento de operadores e de fornecedores de soluções e equipamentos, assim como, abriu aos utilizadores (indivíduos e empresas) a possibilidade de usufruir de serviços até então limitados apenas aos operadores.

A integração das redes de voz tradicionais com as redes de voz de nova geração, tornava-se necessária. Esta integração teria de ser realizada a dois níveis: a integração dos mecanismos de transmissão da voz e a integração dos mecanismos de endereçamento e sinalização. Os desafios foram diversos, foi necessário desenvolver novos equipamentos, para permitir a transposição da voz e da sinalização entre ambas as redes. No entanto, o endereçamento de recursos das diversas redes surge como um problema. Tradicionalmente, as redes de voz referenciam os seus terminais por sequências de números, enquanto nas redes IP, os recursos são referenciados por *Uniform Resource Identifier* (URI).

Na década de 60 do século XX, a entidade global responsável pelas telecomunicações, o ITU-T, criou um conjunto de normas de endereçamento, o E.164. Estas normas são aplicadas pelos diversos estados, reguladores e operadores de forma a permitir alcançar todos os terminais telefónicos da rede de telecomunicações de voz mundial.

Num paradigma distinto, as tecnologias VoIP, evoluíram a partir de protocolos existentes na Internet, num ambiente informal, desregulado, motivado pelos interesses e necessidades dos utilizadores, originando mecanismos de endereçamento mais naturais nesse ambiente, divergindo assim dos mecanismos de endereçamento tradicionais baseados em números. Na Internet, serviços como o *e-mail* usam URI e são bastante comuns em toda a comunidade, pelo que, muitos serviços VoIP, optaram pelo uso dos mesmos para endereçar os seus serviços. Exemplos disso são hoje os serviços: *Skype*, *Free World Dialup*, *Microsoft Live Messenger* ou *Google Talk*, apenas para mencionar alguns.

Estes novos sistemas, apesar de baseados em URI, começaram a implementar mecanismos de compatibilidade com a rede de voz tradicional, a qual, possui no seu esquema de endereçamento apenas números. Um URI consiste num identificador alfanumérico, o qual pode acomodar facilmente números. A incompatibilidade entre os esquemas de endereçamento foi identificada desde cedo por parte da comunidade Internet e por parte do ITU-T. No final da década de 90, do século XX, foi criado um grupo de trabalho para procurar um método de compatibilização.

O *Telephone Number Mapping* ou *Electronic Numbering* (ENUM) foi desenvolvido e publicado em 2000 sob a forma de um RFC (*Request for Comments*). O ENUM passa a permitir a utilização de sequências de números E.164 para referenciar recursos nas redes IP.

Durante os últimos anos, as tecnologias relacionadas com IP têm vindo a desenvolver-se de forma significativa. Em paralelo, as redes tradicionais de telecomunicações sofreram um processo de digitalização e reconversão, em parte, para passarem a ser suportadas em IP. A adopção de tecnologias IP diminuiu, de forma geral, os custos de operação de uma rede de telecomunicações tradicional, ao mesmo tempo, que a torna capaz de disponibilizar múltiplos serviços.

Os utilizadores das redes de telecomunicações tradicionais estão, desde há muito, habituados a utilizar números (E.164) para referenciar os destinos que pretendem contactar. No entanto, numa rede IP, os recursos são referenciados por URI. Num momento de integração, como é o actual, a capacidade de referenciar recursos da rede IP, tendo por base sequências de números, é fundamental.

Passados 10 anos da sua definição, o ENUM aguarda, ainda, uma disseminação generalizada, sem que tenha surgido qualquer tecnologia alternativa, com maior sucesso.

I.1 - Objectivo

O objectivo desta dissertação é identificar as razões pelas quais o ENUM não está a ter um desenvolvimento significativo e adequado. Apesar de o ENUM ser uma tecnologia madura, integradora e que, potencialmente, reduzirá os custos de operação das redes de telecomunicações, existe, a questão da dificuldade da sua difusão tendo em conta restrições contextuais existentes, designadamente a posição dos *stakeholders*.

As questões que este trabalho pretende responder são:

- Que entraves existem à adesão do ENUM em Portugal?
- Quais os fundamentos apresentados para a existência desses entraves?
- Os entraves da adesão do ENUM são específicos de Portugal?

Especificando, deverão ser colocadas as seguintes questões adicionais:

- Existe um modelo de negócio interessante para o serviço *User* ENUM?
- Existe um problema de regulamentação para (des)motivar o serviço *User* ENUM?

I.2 - Organização da Dissertação

No primeiro capítulo é feita uma pequena introdução do estudo que será desenvolvido durante a dissertação. São indicados os objectivos, as questões e a metodologia utilizada.

O segundo capítulo apresenta um enquadramento teórico apresentando uma revisão bibliográfica sobre os processos de difusão e adopção de inovação, em geral, e na indústria de telecomunicações num ambiente regulado, em particular. O capítulo termina com uma revisão de literatura específica sobre o ENUM.

O capítulo seguinte apresenta a situação contextual internacional do VoIP e uma apresentação breve de alguns factores do mercado português de telecomunicações.

O quarto capítulo descreve, de forma sucinta, a tecnologia ENUM do ponto de vista técnico e os seus diferentes tipos de implementação.

No quinto capítulo é feita uma apresentação detalhada do “*User ENUM*” que inclui a descrição da sua organização, dos intervenientes responsáveis pela sua evolução e um ponto de situação da sua disseminação a nível internacional. O capítulo termina com a situação actual do “*User ENUM*” em Portugal.

No capítulo de conclusão, pretende-se dar resposta às questões inicialmente formuladas.

I.3 - Problemática e a metodologia adoptada

Numa perspectiva histórica verifica-se que o ENUM, no seu início, foi acarinhado e apoiado por duas das grandes organizações relevantes: o ITU-T e o *Internet Advisory Board* (IAB). Ambas as instituições desenvolveram trabalho: o ITU-T ratificando o RFC 3761 e o IAB realizando diversas actividades para dinamizar o ENUM junto da comunidade Internet.

Em Junho de 2002, Leslie Daigle, Chair do IAB disse¹:

“The lack of an interoperable standard way to turn a telephone number into an IP Address has been one factor limiting the deployment of Voice on IP services internationally”

O ITU-T realizou actividades junto dos diversos reguladores e motivou-os a realizar actividades na sua esfera nacional. Criou, também, o *wg-enum*, que, desde Fevereiro de 2002 coordena actividades de suporte à implementação do ENUM à escala mundial, apresenta relatórios regulares e dispõe de uma página *on-line* com a informação mais recente sobre os desenvolvimentos ENUM².

Especialmente a nível europeu, alguns dos reguladores nacionais avançaram os primeiros passos da implementação de soluções ENUM com a realização de “*Field Trials*”. Estes desenvolveram-se com o objectivo de testar as diferentes partes do

¹ http://www.cisco.com/web/about/ac123/ac147/archived_issues/ipj_5-2/ipj_5-2.pdf

² <http://www.itu.int/ITU-T/inr/enum/>

serviço, antes de disponibilizar o serviço à comunidade. Como veremos na secção “II.2.2 - Comparação de *Field Trials*”, estes são fundamentais na adaptação da tecnologia à realidade e ao contexto de cada país.

Os fabricantes promovem inúmeras actividades relacionadas com o desenvolvimento de *hardware* e *software* de suporte a esta tecnologia. O fabricante CISCO, líder no desenvolvimento de diversas tecnologias IP, suportou activamente a definição do ENUM e suporta-o nos seus equipamentos, desde 2002.

Os utilizadores, no contexto empresarial, possuem cada vez mais soluções VoIP. Estas permitem a redução de custos a diversos níveis, no entanto, estas soluções são colocadas em ambientes fechados, por vezes denominadas como “Ilhas VoIP”, dado que qualquer chamada realizada de ou para fora da “ilha”, requer a utilização da rede comutada pública.

Em Portugal, o cenário é similar à grande parte do mundo. O regulador realizou diversas actividades de divulgação, em especial, no ano de 2002. O processo de “*Field Trial*” aguarda o interesse por parte dos operadores nacionais.

A utilização do ENUM requer alguns conhecimentos e estruturas técnicas que não estão disseminados pela comunidade de utilizadores VoIP, mas existem já, estruturas chave que possuem capacidade e conhecimentos para efectivarem a implementação do ENUM em Portugal.

Dado que o ENUM não está ainda presente em Portugal, não é possível a obtenção de dados relativamente à sua utilização. No entanto, foi desenvolvido, a nível informal, trabalho nesse sentido, junto de colaboradores de diversas entidades e operadores. Alguns dos resultados dessas interacções são apresentados no capítulo “V.4.3 - Posição actual dos *Stakeholders*”.

Esta dissertação apresenta uma descrição do ponto de vista tecnológico e aborda as questões relacionadas com a economia e regulação desta tecnologia. Reflecte a consulta de bibliografia e resume o conjunto de interacções do autor na comunidade ENUM nos seguintes eventos:

- ENUM and VoIP Peering Forum – Londres – 19 e 20 de Junho 2006

- RIPE Meeting 59 – Lisboa – 5 a 9 de Outubro 2009
- ICP-ANACOM - “ENUM que futuro?” – Lisboa - 28 e 29 de Outubro 2009

Capítulo II - Enquadramento Teórico

O ENUM é uma tecnologia que integra o mundo das telecomunicações tradicionais com os serviços disponibilizados pela Internet. Neste capítulo será realizada uma revisão de literatura relacionada com a difusão de Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC).

II.1 - Processos de Difusão

Getting a new idea adopted, even when it has obvious advantages, is often very difficult. Many innovations require a lengthy period, often of many years, from the time they become available to the time they are widely adopted.

-- Everett M. Rogers – *Diffusion of Innovations*

II.1.1 - A introdução de uma nova ideia

Segundo Bronwyn Hall (Hall, 2004), a introdução de novos produtos, processos ou serviços depende de três pilares: a invenção (uma nova ideia), a comercialização (conversão da invenção em algo concreto) e a difusão (processo de adopção da inovação ao longo do tempo pelo mercado).

No caso específico em estudo, relativo ao ENUM, todo o processo de invenção já aconteceu no passado. O ENUM consubstancia-se através da sua formalização em documentação e na criação de normas. Essas normas, como indicado no primeiro capítulo, foram criadas e posteriormente publicadas em 1999.

O processo de comercialização foi já atingido em alguns locais no mundo, razão que qualifica o ENUM como uma inovação e não, simplesmente, como uma invenção (segundo a definição de inovação de Fagerberg (Fagerberg, 2004)).

O tema desta dissertação é, acima de tudo, focado na razão pela qual o processo de difusão da inovação se encontra num estado imaturo e possui actualmente um comportamento de aparente estagnação, apesar de se verificar um desenvolvimento do

mercado significativo das tecnologias e serviços normalmente associadas ao ENUM. O desenvolvimento dos mercados de Internet de Banda Larga e do VoIP tem progredido, mas o ENUM, apesar de ser uma tecnologia unificadora destas novas tecnologias com a tecnologia de telefonia tradicional, não se tem desenvolvido de forma significativa. Torna-se, assim, pertinente caracterizar os estados e a velocidade da difusão da inovação.

A difusão de uma inovação é apresentada de forma exaustiva e multi-dimensional por Rogers (Rogers, 1995), o qual refere que *“a difusão é o processo pelo qual uma inovação é comunicada através de certos canais ao longo do tempo entre membros de um sistema social”*. Este autor assinala que o tempo de difusão de uma inovação está relacionado com o processo de decisão de inovação (*innovation-decision process*), com a propensão para a inovação do mercado (*innovativeness*) e com a velocidade de adopção da inovação.

A conceptualização dos cinco passos do processo de decisão da inovação: conhecimento, persuasão, decisão, implementação e confirmação, revestem especial interesse. No momento da decisão existe um ponto de escolha, que conduzirá, ou não, à implementação da inovação.

Em sintonia com Kotler (Kotler, 1999) relativamente à segmentação dos consumidores, Rogers (Rogers, 1995) agrupa os utilizadores da inovação em cinco categorias: inovadores, primeiros adoptantes, maioria inicial, maioria retardatária e conservadores.

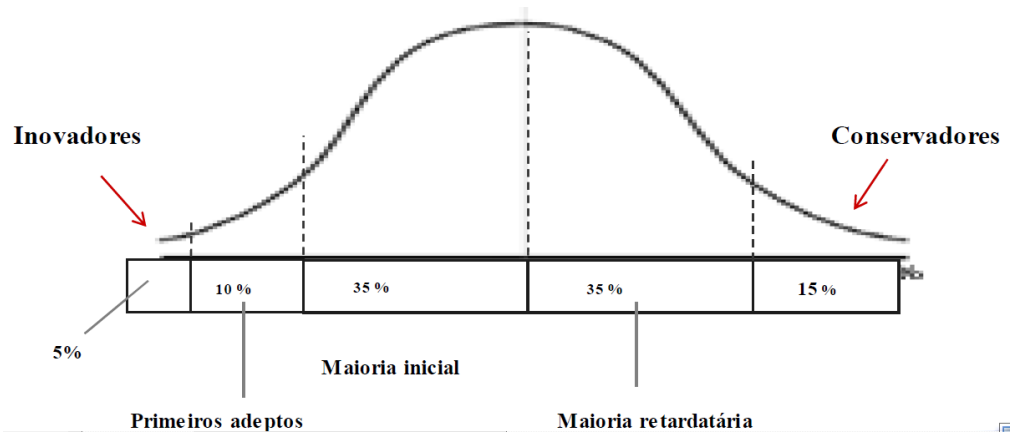
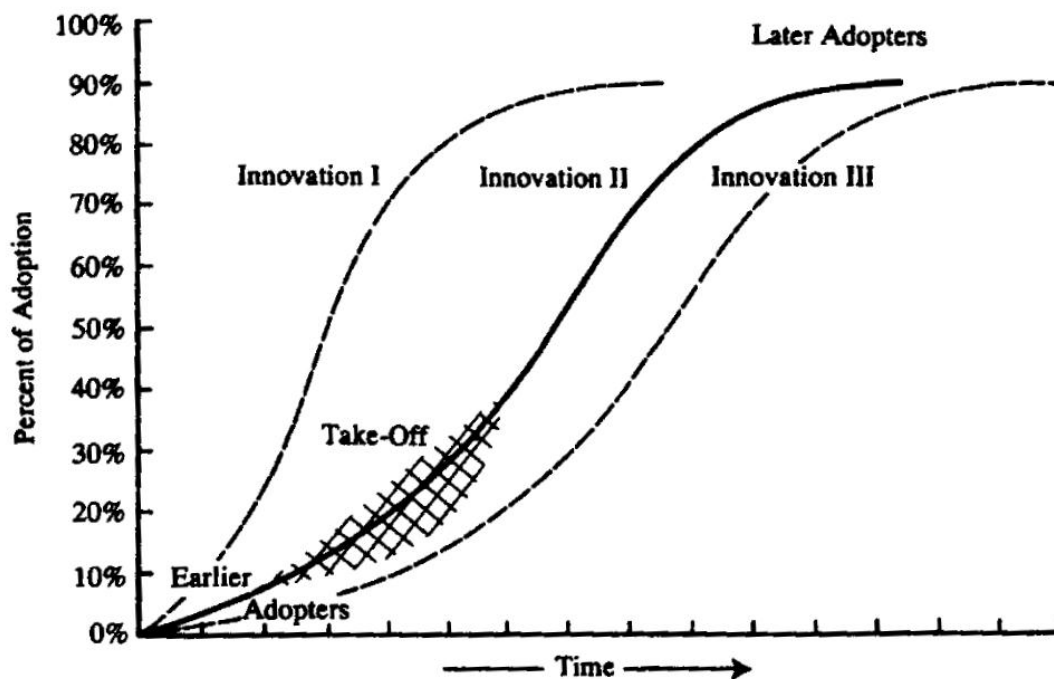


Figura 1 - Adopção da Inovação³

Adicionalmente, a literatura sobre difusão introduz as curvas-S que representam visualmente o nível e velocidade de adoção de uma inovação (Rogers, 1995).



Fonte: (Rogers, 1995)

Figura 2 - Curva S

Quanto maior o declive, maior a velocidade de difusão da inovação.

³ Gráfico baseado na categorização do perfil de compradores realizado por Kotler. Obtido em: <http://www.nasajon.com.br/nasajonweb/site/arq/pdfs/estrategiaemarketing.pdf> (10 de Julho de 2010)

Neste âmbito Hall (Hall, 2004) refere que a velocidade a que a difusão de uma tecnologia acontece está intimamente ligada com cinco factores:

- os benefícios obtidos com a nova tecnologia;
- os efeitos de rede;
- os custos de adopção da nova tecnologia;
- a informação e a incerteza;
- o ambiente da indústria, o tamanho e a estrutura do mercado.

Os benefícios obtidos são, segundo Hall (Hall, 2004), o factor mais importante, pois, é este que dá valor ao utilizador e ao mercado. Sem esta percepção de valor adicional, uma invenção está muito limitada na sua capacidade de difusão, podendo ser um factor importante para explicar a velocidade da adopção de uma inovação.

Num ambiente em rede, os efeitos de adopção pelos pares é um factor preponderante para a difusão de uma inovação. O aumento da base de consumidores é um factor especialmente importante para tecnologias de telecomunicações ou tecnologias que necessitem de *standards* para ganharem um grande número de consumidores e, assim, se tornarem rentáveis.

Associado ao processo de adopção por parte dos utilizadores, verifica-se que o custo é também um factor determinante. O custo não tem de ser só relativo ao custo directo da tecnologia, equipamentos ou infra-estruturas, mas também aos custos indirectos relacionados com o processo de aprendizagem e incorporação da tecnologia por parte do utilizador, nomeadamente: aprendizagem, adaptação dos processos, alterações organizacionais ou localização ao mercado. A presença de custos significativos é um factor relevante que, de uma forma geral, diminui a velocidade da difusão de uma tecnologia. Por outro lado, a adopção de uma tecnologia mais eficiente, mas com menores custos, pode ser um factor catalisador da sua disseminação, mesmo que existam custos imediatos na transição.

Qualquer inovação acarreta consigo um grau de incerteza e risco. No momento inicial da difusão da inovação, existindo poucos adoptantes e poucos casos de uso, é difícil

garantir, não só, a rentabilidade económico-financeira, como também a evolução do mercado.

A dimensão e estrutura do mercado são também determinantes para a adopção de novas tecnologias. Em mercados altamente competitivos, a procura de novas soluções para reduzir custos e tornar o negócio mais eficiente, dando maior valor ao cliente é um factor de sobrevivência para as empresas. Em ambientes monopolistas, os preços tendem a ser altos, com pouca inovação, enquanto em ambientes de concorrência aberta, os preços tendem a descer e a existir uma grande dinâmica na adopção de novos produtos e serviços. Também determinantes neste campo são as características ambientais, culturais e reguladoras do mercado.

Adicionalmente, Hall refere ainda que factores culturais, tais como a posição relativamente a novos conceitos ou a propensão para o risco, são factores importantes para a velocidade de difusão de uma inovação (Hall, 2004).

II.1.2 - Introdução de uma inovação num ambiente TIC

Centrando a atenção no estado de difusão e assimilação da inovação num ambiente de tecnologias da informação, Fichman refere particularidades neste ambiente, apresentando um conjunto de medidas que podem ser utilizadas para medir o estado da adopção de uma inovação de base tecnológica. Assinala, de forma relevante o facto de uma inovação tecnológica possuir um conjunto de atributos e características que produzem efeitos sistemáticos na difusão e assimilação da tecnologia (Fichman, 1999).

A informação referente às características incentivadoras (+) e inibidoras (-) está condensada na seguinte tabela inspirada em Fichman (Fichman, 1999):

Características clássicas da inovação	vantagem competitiva (+) compatibilidade (+) complexidade (-) possibilidade de experimentação (+) observação (+)
---------------------------------------	--

Outras características	<p>custo (-)</p> <p>comunicabilidade (+)</p> <p>divisibilidade (+)</p> <p>lucrativa (+)</p> <p>aprovação social (+)</p> <p>voluntarismo (+/-)</p> <p>imagem (+)</p> <p>utilidade (+)</p> <p>facilidade de uso (+)</p> <p>demonstração de resultados (+)</p> <p>visibilidade (+)</p>
------------------------	---

As instituições liderantes e o ambiente de difusão são outros factores importantes a considerar na difusão de uma tecnologia.

Mais uma vez Fichman apresenta uma lista de factores que as instituições dinamizadoras da tecnologia devem reunir de forma a aumentar a velocidade da inovação, nomeadamente: promoção, publicidade, estratégia de preço (*pricing*), standardização, simplificação, particionamento, subsídios e reputação (Fichman, 1999).

O mesmo autor resume que o ambiente de difusão é mais propício para a inovação se possuir as seguintes características: concentração, pressão competitiva, lucro e riqueza, intensidade em I&D, intensidade em TIC e ritmo de mudanças técnicas.

II.1.3 - Os efeitos de inovação em rede

ENUM won't be relevant until we get a critical mass of VOIP implementations that use/need it.

-- Paul V. Mockapetris

Chairman & Chief Scientist (Nominum), 10 Fevereiro 2006⁴

Muitos autores referem que os processos de difusão relacionados com inovações nas áreas das telecomunicações sofrem de uma série de efeitos que, apesar de não serem específicos ou singulares desta área tecnológica ou mercado, são especialmente relevantes neste ambiente. De facto, a telefonia, o *e-mail*, o FAX e outras tecnologias, em geral, relacionadas com as telecomunicações, não teriam qualquer valor comercial para alguém em particular, a não ser que outros também as tivessem adoptado, dado que, o valor da rede aumenta com a adição de novos aderentes à mesma.

Este efeito é amplamente descrito na bibliografia como a lei de Metcalfe⁵:

“O valor ou utilidade de uma rede de telecomunicações é proporcional ao quadrado do número dos seus utilizadores.”

Estando o ENUM inserido na constelação de tecnologias relacionadas com telecomunicações, carece, também ele, de efeitos de rede devido à sua necessidade de compatibilidade e intercooperação entre os seus utilizadores.

Segundo Arthur (Arthur, 1996), se uma tecnologia conseguir atingir uma posição de liderança, poderá usar o efeito de rendimentos crescentes (*increasing returns*) para ampliar a sua posição. Da mesma forma, uma tecnologia numa posição desfavorável tem tendência para diminuir a taxa de adopção ao longo do tempo.

Os autores, Fichman (Fichman, 1999) e Artur (Arthur, 1996), indicam que sempre que uma tecnologia está associada a “rendimentos crescentes”, existe um processo de difusão com um padrão distinto orientado por ciclos positivos de “*feedback*” e por efeitos “*bandwagon*”.

A dinâmica da difusão da tecnologia na área das telecomunicações possui um conjunto de características que aqueles autores assinalam:

⁴ <http://www.domainpulse.ch/fileadmin/domainpulse/archiv/2006/pdf/mockapetris.pdf>

⁵ John Markoff, “New Economy: Airborne and Grass Roots”, New York Times, 30 de Outubro de 2000

- pode ocorrer um processo de difusão mais abrupto – ou muito rapidamente se atinge o estado de saturação, ou muito rapidamente se atinge o estado de abandono;
- a existência de “massa crítica” –é necessária para que a tecnologia se torne atractiva para uma comunidade de adoptantes;
- as modas tecnológicas – uma tecnologia que, momentaneamente, seja mais atractiva no mercado pode simplesmente capturar todo o mercado, capitalizando esse momento de atracção positiva;
- o “excesso de inércia” – dificuldade em desenvolver em torno de um novo *standard*, devido à relutância dos utilizadores de abandonarem uma rede madura em detrimento de uma rede imatura.
- a existência de “*lock-in*” - uma comunidade fica *locked-in* (imobilizada) numa tecnologia previamente adoptada, apesar de inferior.

Fichman assinala, também, que o processo de difusão deste tipo de tecnologias possui uma fase inicial do ciclo de difusão especialmente crítico. A necessidade de *sponsorship* ou o uso de subsídios pode ser necessário para tecnologias em que a base instalada anterior é muito significativa e está bem estabelecida. Este apoio é necessário até ser atingida a “massa crítica” de utilizadores, momento a partir do qual, o processo de difusão pode evoluir de forma independente (Fichman, 1999).

Verifica-se assim, a existência de dois tipos de regimes de difusão: o regime “pré-massa crítica” e o regime “pós-massa crítica”. O primeiro, mais dependente de apoios e pressão por parte dos *stakeholders* junto da comunidade de adoptantes e o segundo regime em que o tamanho da rede é, em si, suficiente para atrair novos adoptantes da tecnologia e criar um “*bandwagon effect*” de adopção da tecnologia.

O processo de difusão está também limitado às características dos produtos que a tecnologia permite conceber. Tecnologias emergentes e/ou radicais tendem a dificultar o processo de criação de produtos completos. Assim, muitas vezes, têm de ser incorporadas e combinadas em “produtos completos” antes de poderem ser comercializadas (Moore, 1999). No entanto, devido à sua falta de maturidade, as

empresas têm dificuldade em obter recursos para amadurecer a tecnologia e criar este produto. Sem produto, torna-se muito complexo obter recursos, produzindo-se um ciclo vicioso de falta de recursos e de falta de amadurecimento da tecnologia.

Fichman aponta que se deve focar a difusão da tecnologia junto de nichos de mercado suficientemente estreitos que permitam o desenvolvimento da tecnologia e do produto nesse nicho. Com a adoção do produto por parte desse nicho de mercado, o produto evolui e novos recursos ficam disponíveis. Com o tempo, a passagem para nichos adjacentes reforça os ciclos de desenvolvimento e investimento, atingindo-se, eventualmente, o mercado generalizado (*mass market*) (Fichman, 1999).

II.1.4 - Saltar o “chasm”

Uma das características dos mercados das tecnologias disruptivas aplicadas ao “*mass market*” é a existência de um fosso (*chasm*) significativo entre os primeiros adeptos e a maioria inicial. Moore caracteriza os diferentes grupos de adoptantes da seguinte forma (Moore, 1999):

- Os **inovadores** adoptam a tecnologia para satisfação pessoal, possuem uma grande apetência para informação técnica, gostam de testar novos produtos e ignoram elementos em falta;
- Os **primeiros adoptantes** ou visionários adoptam a tecnologia para obter vantagem competitiva através da mudança do paradigma, possuem visão estratégica e desejam um desenvolvimento rápido *time-to-market* do produto;
- Os **pragmáticos** adoptam a tecnologia tendo por base os ganhos incrementais, são focados em aplicações bem sucedidas e gostam de acompanhar o líder de mercado;
- A **maioria** adopta a tecnologia para se manter concorrencial com a competição, são adversos ao risco e muito sensíveis ao preço, não dominam a tecnologia, pelo que necessitam de soluções “chave-na-mão”;
- Os **cépticos** tentam manter o “*status quo*” e atrasam, ao máximo, a adopção da tecnologia, utilizando diversos meios para bloquear e desacreditar a nova

tecnologia, podendo, em alguns casos, ser uma oposição arrebatadora à adopção inicial dessa nova tecnologia.

O mesmo autor identifica o “*chasm*” como o salto crítico no processo de difusão. O “*chasm*” é o momento em que uma tecnologia passa do estágio de adopção dos “primeiros adeptos” para os “pragmáticos”. Essa passagem é difícil pois para muitos visionários é já tarde demais e para grande parte dos pragmáticos a tecnologia está ainda demasiado imatura.

Para ultrapassar este impasse, Moore propõe que os interessados na tecnologia identifiquem um segmento de mercado com maior necessidade e o apoiem de forma consistente, para que a concretização da transição seja realizada com sucesso (Moore, 1999).

II.1.5 - A difusão de Tecnologias Disruptivas

Christensen revela que as tecnologias disruptivas podem surgir de dois tipos de oportunidades distintos (Christensen, et al., 2004):

- a “disrupção associada a um novo mercado”, em que a tecnologia disruptiva não compete com os produtos existentes mas que, em vez disso, compete com o não consumo dos produtos existentes e, dessa forma, estabelece um novo mercado;
- a “disrupção do mercado de gama baixa” (*low-end market*), na qual, o produto aponta para o conjunto do mercado dos consumidores com menores expectativas e necessidades, portanto, de menor valor e que o incumbente ou o líder de mercado não considerarão a sua perda como uma ameaça à sua própria posição.

Com a evolução da tecnologia e do produto existe uma pressão sobre o incumbente em se adaptar, podendo este tentar ganhar mercado ou, simplesmente, sair do mesmo. A decisão estratégica de continuar na tecnologia antiga, evoluir ou desistir depende de um grande conjunto de factores internos e externos. Hüsiger indica que, em geral, os incumbentes falham no processo de acompanhamento da disrupção tecnológica, não por falta de capacidade técnica, mas por falta de motivação por parte dos seus clientes principais em avançar. No entanto, no caso das telecomunicações, existe uma grande

motivação para lutar contra os ataques realizados por parte de novas empresas, produtos ou tecnologias disruptivas (Hüsig, 2009).

No mesmo artigo, Hüsig explicita as diversas fases do processo dinâmico que consiste no ajuste estratégico do incumbente perante a ameaça de um competidor, com base numa disrupção tecnológica, aplicado ao mercado das telecomunicações:

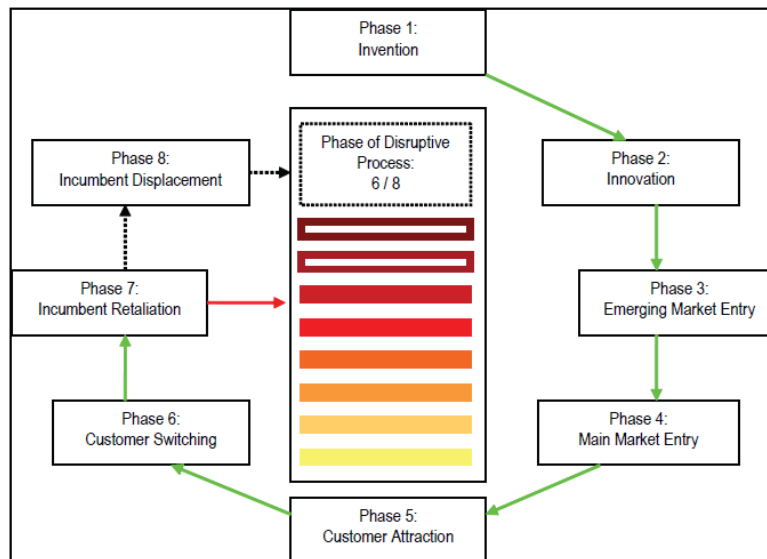


Figura 3 - As Fases de disrupção (Hüsig, 2009)

- Fase 1, invenção, é realizada frequentemente em laboratórios de incumbentes, mas, também, é frequente que o incumbente seja incapaz de comercializar esta tecnologia disruptiva;
- Fase 2, inovação, acontece quando uma empresa consegue identificar um mercado onde essa tecnologia é viável, embora este processo nem sempre seja directo, nem fácil;
- Fase 3, entrada no mercado emergente, define o momento em que o mercado fica estabelecido e se inicia o processo de expansão do mesmo;
- Fase 4, entrada no mercado principal, é o momento em que o processo de disrupção acontece.
- Fase 5, atracção do consumidor, o mercado do incumbente começa a diminuir devido às novas características do produto que, entretanto, permitiram a redução

dos custos operacionais e atingiram um nível de qualidade adequado à grande parte do mercado.

- Fase 6, “*customer switching*”, é o momento em que o incumbente começa a sentir a perda da sua massa de clientes, iniciando a fase 7.
- Fase 7, retaliação, o incumbente tenta identificar formas e realizar acções que permitam ultrapassar a situação de disrupção.

Se esta última fase for bem sucedida, o incumbente passa a competir activamente com o entrante, desenvolvendo ou procurando aperfeiçoar a tecnologia existente, tornando-a mais eficiente (*sailing ship effect*) ou, em alguns casos, simplesmente, compra a empresa responsável pela ameaça de forma a incorporar ou a desabilitar todo o processo de difusão tecnológica. Se se tornar impossível competir ou comprar o oponente, o incumbente, para sobreviver, desloca-se para uma faixa de mercado diferente. Neste caso, segundo o autor, estamos perante uma situação de disrupção tecnológica completa.

Este processo de disrupção tecnológica apenas é possível avaliar numa situação *ex-post*, mas revela os diversos passos que uma tecnologia disruptiva desenvolve no seu processo evolutivo.

II.1.6 - A Inovação no contexto das Indústria de Telecomunicações

É relevante compreender as características do mercado e das entidades que estão a motivar a difusão tecnológica. Num mercado com transacções bem definidas, o processo da adopção de uma nova tecnologia pode ficar bastante limitado. Por outro lado, os papéis que as empresas têm no mercado, não só as difusoras como as adoptantes, são também de extrema importância. Uma empresa com muitos recursos, com uma motivação estratégia de médio longo prazo, pode estabelecer programas de incentivo de adopção da tecnologia. Um mercado com características inerentemente inovadoras é, à partida, mais permeável a novos conceitos e modelos de negócio (Fichman, 1999).

Segundo Bourreau (Bourreau, et al., 2001), a Indústria das Telecomunicações é a indústria mais dinâmica de entre as que estão sujeitas a regulação. As indústrias dinâmicas são caracterizadas pela alta velocidade de inovação. No mapa da competição

desta indústria, existem dois tipos de inovação, as inovações ao nível dos serviços e as inovações ao nível das infra-estruturas alternativas. De uma forma geral, a regulação pode afectar as actividades de inovação de duas formas, através:

- do preço, no qual os lucros da indústria são limitados, assim como os incentivos à inovação;
- da regulação dos tipos e níveis de serviços, sendo que esta regulação limita o tipo de decisões de inovação que estejam fora ou comprometam características dos serviços previstas na regulação.

O objectivo da regulação é garantir a evolução de um mercado auto-suficiente competitivo em que as firmas têm um comportamento concorrencial de forma a beneficiar o mercado em termos de menores preços, melhor qualidade e maior variedade de produtos. A regulação pretende também maximizar o crescimento do mercado em termos de volume e de valor, de forma a baixar os custos e potenciar novos produtos.

Os novos mercados possuem um grande potencial para a inovação e o desenvolvimento tecnológico é muito rápido. As políticas do regulador necessitam de ter em conta os aspectos dinâmicos da competição. A resposta célere, por parte das entidades reguladoras, é fundamental para acompanhar a rápida mudança do mercado, caso contrário, muitas das medidas tornam-se ou ineficientes ou obsoletas.

A documentação refere ainda que a indústria das telecomunicações possui externalidades substanciais no desempenho e na produtividade económica, pelo que, erros a este nível originam custos com impacto em toda a malha empresarial.

II.1.7 - Alteração da estrutura do mercado de telecomunicações e regulação

O estudo de Vaishnav (Vaishnav, 2010) descreve, de forma muito interessante, as alterações nas estruturas do mercado de telecomunicações dos Estados Unidos da América, causadas pela introdução de novas tecnologias. O estudo defende que o mercado das telecomunicações se alterou, nos últimos anos, de uma estrutura gigantesca, monolítica e lenta em termos de inovação e desenvolvimento do mercado,

para uma estrutura distribuída, dinâmica e quase caótica em que os diversos *players* do mercado procuram continuamente novas formas de desenvolver o negócio. Esta transformação é descrita como a transformação do “Paradigma Integral” para o “Paradigma Modular”.

Vaishnav (Vaishnav, 2010) indica tratar-se de uma mudança radical, na medida, que existem vários factores de descontinuidade na dinâmica do mercado, nomeadamente ao nível tecnológico, estrutural e estratégico das empresas e das preferências dos consumidores.

O “Paradigma Integrado” (representado na parte superior da Figura 4), a cadeia de valor é pertença e controlada pelo operador de telecomunicações.

No “Paradigma Modular” (representado na parte inferior da Figura 4) possui uma cadeia de valor muito distinta da cadeia de valor do paradigma integrado. Neste paradigma, a cadeia de valor distribuí-se por empresas diferentes, responsáveis por partes específicas da solução de comunicação.

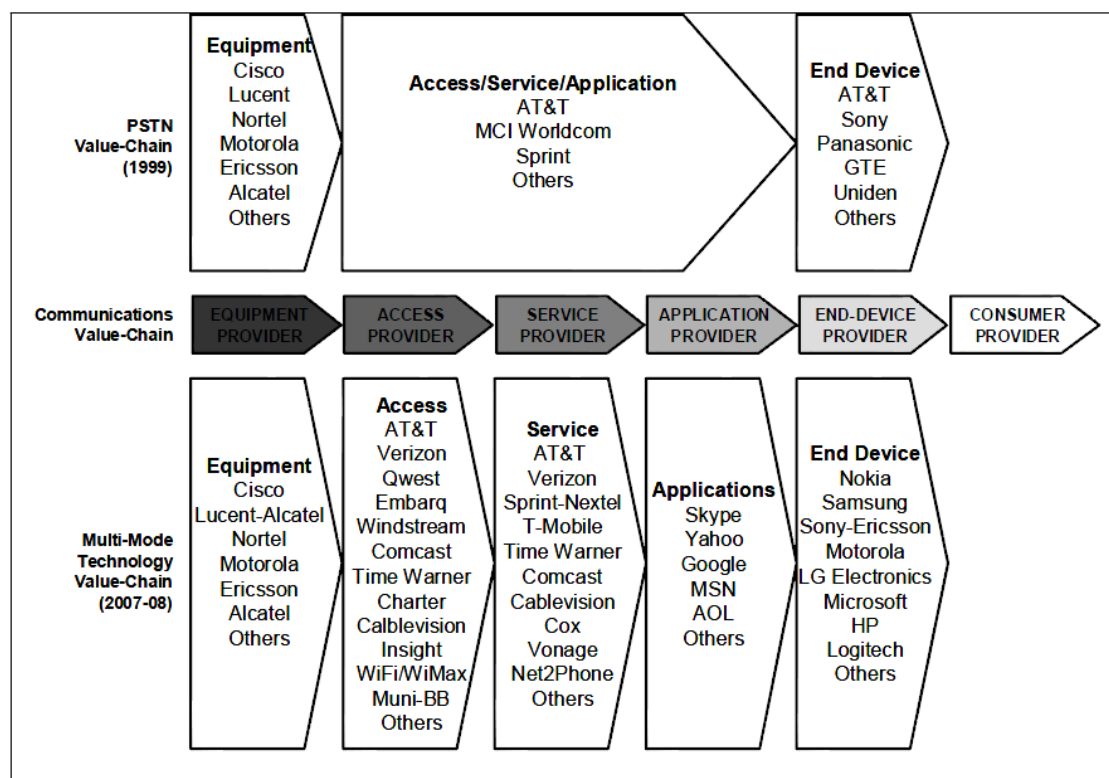


Figura 4 - Transformação da estrutura Integrada para Modular (Vaishnav, 2010)

O “Paradigma Modular” introduz muito maior velocidade no mercado, novos produtos são criados muito mais rapidamente. O processo de desenvolvimento do produto é actualmente muito mais rápido, tendo passado dos cerca de 3 anos, no “Paradigma Integral”, para menos de 1 ano, no “Paradigma Modular”.

Esta maior velocidade de desenvolvimento de produtos e a muito maior quantidade de *players* na cadeia de valor coloca um desafio especial às entidades reguladoras do mercado.

A desagregação da cadeia de valor por diversas empresas é um reflexo directo das características das tecnologias usadas na Internet. A arquitectura em camadas existente na Internet permite e incentiva que exista concorrência quer de tecnologias, quer de empresas, para cada um dos níveis.

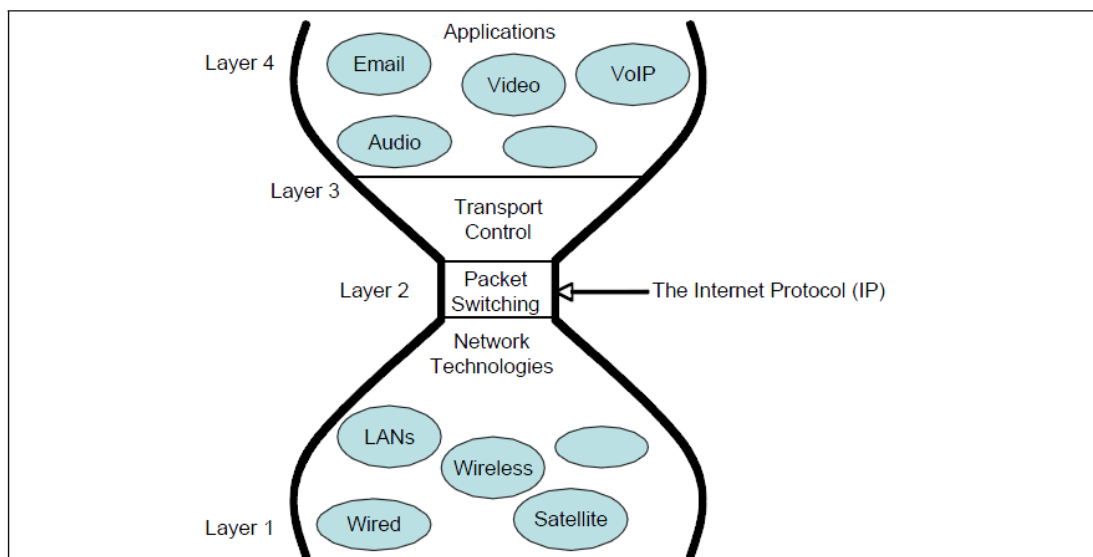


Figura 5 - Modelo de 4 camadas para rede de dados abertas (Vaishnav, 2010)

Em 2004, como resultado de um estudo por parte da FCC⁶, verificou-se que existem duas grandes áreas de regulamentação relevantes no “Paradigma Modular”: a regulação económica e a regulação social.

⁶ FCC – Federal Communications Commission, a agência reguladora das telecomunicações nos Estados Unidos da América.

A regulação económica do mercado compreende os objectivos de promoção da competição (prevenindo o comportamento monopolista) e o serviço universal necessário ao desenvolvimento de infra-estruturas, mesmo em áreas mais desfavorecidas.

A regulação social continua a ser relevante, compreendendo a garantia de acesso aos serviços de emergência, intercepção legal de chamadas e o acesso ao serviço por parte de pessoas com necessidades especiais.

Ao longo do tempo, a FCC, tem realizado alterações reguladoras cumulativas de forma a responder a necessidades, quer económicas, quer sociais. No entanto, esta regulação tem apenas aplicação sobre os serviços VoIP classificados como “*interconnected*”, sendo que os serviços “*unmanaged*” não estão sob o alvo da regulação.

Modo	Exemplo de Serviço	Classificação Reguladora	Regulação Actual
Telefone-Telefone	VoCable, VoDSL, Vonage, 8x8	<i>Interconnected</i>	Regulado
PC-Telefone	SkypeOut, Net2Phone	<i>Interconnected</i>	Regulado
PC-PC	Skype, Yahoo, IM, Google Chat	<i>Unmanaged</i>	Não regulado

Tabela 1 - Classificação Reguladora de Serviços VoIP segundo a FCC

Baseado em (Vaishnav, 2010), pag. 47

Tendo em conta todas as alterações acima indicadas, o estudo conclui que a estrutura reguladora desenhada para o “Paradigma Integral” não é eficaz para o novo “Paradigma Modular” porque os objectivos da regulação podem estar desalinhados com as necessidades efectivas da sociedade. A regulação incremental deve ser abandonada devido à complexidade da dinâmica tecnológica e da capacidade disruptiva da indústria, sendo que os mecanismos de controlo por parte do regulador devem estar conscientes da nova dinâmica e complexidade.

II.2 - Revisão de Literatura ENUM

II.2.1 - Consulta ENUM por parte da ANACOM

Em 2006, a ANACOM realizou uma consulta pública reservada ao tema do ENUM. Na consulta (ICP-ANACOM, 2006), o regulador coloca um conjunto de questões técnico-administrativas relacionadas com a implementação do ENUM em Portugal. Como resultado da consulta, foram dadas diversas respostas por parte de operadores (Onitelecom, Portugal Telecom, Sonaecom, Vodafone Portugal), fornecedores de equipamento (Ericsson) e de entidades interessadas, nomeadamente a Fundação para a Computação Científica Nacional (FCCN) e a Portabil.

O relatório produzido com base nesta consulta torna claro que os operadores, apesar de interessados em colaborar, não possuem uma posição clara relativamente ao ENUM *“eventualmente por não ser claro ainda o impacto deste tipo de serviço no actual negócio da voz ou por receio de falta de segurança num serviço que se baseia em tecnologia assente numa rede pública como a Internet.”* (ICP-ANACOM, 2007)

A ANACOM conclui que existe uma diferenciação de opinião entre entidades. Para a FCCN, *“o ENUM é fundamental para o desenvolvimento das comunicações baseadas principalmente na voz e suportadas em IP (VoIP).”* Para os operadores, *“é necessário haver alguma prudência na implementação de modelos e formas do ENUM.”* Como passos futuros, a ANACOM propõe a criação de um grupo de trabalho sobre ENUM com o intuito de desenvolver uma experiência piloto (*Field Trial*) do serviço ENUM a nível nacional.

II.2.2 - Comparação de *Field Trials*

Elixmann, et al., no seu trabalho sobre comparação de *Field Trials* ENUM (Elixmann, et al., 2006), revelam um conjunto de *stakeholders* e o grau de envolvimento associado a cada um dos *Field Trials* estudados.

Na tabela retirada desse estudo, pode-se observar que todos os *Field Trials* estudados mostram o envolvimento forte dos seguintes *stakeholders*: Incumbente, NIC, Entidades Governamentais e Entidades Reguladoras.

	D	A	F	GB	USA	S
Incumbent	●	●	●	●	●	●
Competitive Carriers	◐	○	○	◐	◐	n.a.
Mobile network/ service providers	○	○	◐	◐	◐	n.a.
Telco manufacturers	◐	○	○	◐	◐	n.a.
NIC	●	●	●	●	●	●
ISP/ASP/Registrars	◐	◐	◐	◐	●	◐
IP Manufacturers	◐	○	○	◐	◐	◐
National Research Networks	●	○	●	◐	○	●
End customers	~ 200	~ 100	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Government Bodies	●	●	●	●	●	●
Regulatory authorities	●	●	●	●	●	●

Legend

○ = no involvement

◐ = partial involvement

● = complete involvement

Source: WIK analysis

Fonte: (Elixmann, et al., 2006)

Tabela 2 - Envolvimento dos diferentes *Stakeholders* nos Trials ENUM nacionais

No mesmo estudo, conclui-se que uma implementação do serviço ENUM bem sucedida tem de resolver diversas situações, garantindo:

- a integridade do plano de numeração (processos de validação);
- a segurança dos dados (dados dos utilizadores, registos NAPTR, prevenção de ataques DoS);
- a privacidade dos dados (bases de dados *who-is* e registos NAPTR);
- a competitividade neutral entre os diversos *stakeholders*.

II.2.3 - A relação entre o VoIP e o ENUM

Num estudo prévio de Elixmann, et al., (Elixmann, et al., 2005), abordam as vantagens do ENUM relativamente a outras tecnologias alternativas para a integração das redes comutadas com as redes VoIP. Refere-se, ainda, ao ENUM como sendo uma tecnologia com diversas vantagens para a realização de chamadas ponto-a-ponto nas redes VoIP.

O primeiro argumento relaciona-se com o uso de terminais com um aspecto tradicional, sendo que esta similaridade diminui o choque e aumenta a apetência para o uso do VoIP. O ENUM funciona como camada de mapeamento entre a numeração E.164 que os utilizadores estão habituados a usar e o endereçamento baseado em URI usado pelas redes VoIP.

O segundo argumento tem por base o facto de existirem já inúmeras redes VoIP instaladas no mundo que possuem *Gateways* para ligação a redes externas. No entanto, este não é o processo mais eficiente quando ambos os interlocutores estão presentes em terminais VoIP.

A adaptação dos fluxos de áudio e sinalização através de *Gateways* com ligação à rede pública comutada é completamente desnecessária se, em vez disso, as redes VoIP ligarem entre si directamente. O ENUM permite, mantendo o endereço por números, um mapeamento directo entre redes VoIP. O uso do ENUM permite, assim, ganhos em termos de eficiência e qualidade.

Apesar de o ENUM ter sido desenvolvido para suportar qualquer serviço, actualmente a grande maioria dos registos referenciam endereços de terminais e serviços VoIP. É incontornável a relação que existe entre a função do ENUM (mapeamento de serviços IP com base na numeração E.164) e os serviços de voz. Assim, no cenário actual, é impossível o ENUM estar num estágio de difusão mais avançado do que o estágio de difusão dos serviços VoIP. O ENUM depende do VoIP porque esta é, actualmente, a sua principal aplicação.

Os serviços VoIP, por sua vez, dependem em grande parte de factores de contexto. Tal como o ENUM, os serviços VoIP estão muito dependentes do contexto proporcionado pela regulação, pelo mercado de telefonia tradicional e pelos operadores estabelecidos.

A evolução do VoIP, nos últimos anos é evidente, mas o seu potencial máximo ainda não foi atingido. Para tal, é necessária a compatibilização das redes de telefonia tradicional com os serviços VoIP. Uma das pedras basulares dessa compatibilização é o endereçamento, pelo que o ENUM é uma alavanca para o VoIP. No entanto, esta interdependência tem níveis de relevância diferentes, dependendo do tipo de ENUM e do mercado VoIP em causa.

II.2.4 - A Comunidade de Utilizadores VoIP na Internet

A comunidade de utilizadores VoIP na Internet tem vindo a aumentar de forma regular nos últimos anos. Existem inúmeros operadores a disponibilizarem serviços VoIP na Internet com tarifas muito reduzidas. A qualidade do serviço é diferente do prestado por operadores, embora os serviços VoIP possuam qualidade suficiente para manter a massa de utilizadores a crescer.

Reflexo disso são iniciativas como o e164.org e iNum⁷. Ambos disponibilizam serviços gratuitos baseados no ENUM. O e164.org permite a utilização de numeração dos diversos planos de numeração nacional, enquanto que o iNum disponibiliza números E.164 acessíveis globalmente sob o Country Code 883. Adicionalmente, verifica-se um número crescente de servidores *on-line*, na Internet Pública, capazes de processar chamadas VoIP e prestar serviços avançados, tais como: áudio-chamada de alta-fidelidade, vídeo-chamada, SMS, Instant Messaging, presença, partilha de ficheiros ou fluxos cifrados.

Em menos de uma hora⁸, qualquer utilizador na Internet pode obter uma conta VoIP, de política aberta com consulta ENUM, e associá-la a um número E.164, sem custos (visível apenas na rede VoIP) e sem qualquer tipo de limitação. Desta forma, poderá realizar ou receber chamadas para qualquer destino, na Internet, para qualquer utilizador que possua uma conta com política aberta e acessível via ENUM.

A adopção destes serviços abertos por parte da comunidade Internet não tem sido generalizada pois obriga ainda alguns conhecimentos técnicos e à configuração de diversos serviços distintos. De facto, a norma é a disponibilização de serviços VoIP integrados, de fácil utilização, em rede fechada de utilizadores em que os utilizadores apenas podem fazer chamadas VoIP dentro da rede e para a rede comutada pública (skype, MSN, GoogleTalk, ...).

Ao disponibilizar serviços integrados, de fácil configuração, os utilizadores acabam por aderir a produtos e soluções específicas.

⁷ <http://www.inum.net/>

⁸ Realizado pelo autor deste trabalho no dia 24 de Julho de 2010 utilizando os serviços: e164.org e sip2sip.info

O sucesso destes serviços é evidente, em particular o do Skype, dado existirem momentos do dia em que mais de 17 milhões de utilizadores estão simultaneamente *on-line*.

A transição dos utilizadores de comunidades fechadas para comunidades abertas está apenas limitada pelas políticas de negócio e não por questões técnicas. Actualmente, os serviços VoIP abertos utilizam o *Session Initiation Protocol* (SIP), o qual, permite estabelecer sessões multimédia entre dois nós na rede IP. O SIP é cada vez mais utilizado, não só na comunidade Internet, mas também pelos operadores e serviços comerciais de alta qualidade como são, por exemplo, os serviços de Telepresença.

Capítulo III - Mercado de Telecomunicações

Português

Em Portugal, de forma algo paradoxal, o peso do mercado de telecomunicações electrónicas na economia nacional tem vindo a diminuir. Durante o período de 2003 a 2007, verifica-se uma diminuição de 0.6% do PIB Nacional de 5.1% em 2003 para 4.5% em 2007. (ICP-ANACOM, 2008)

	2003	2004	2005	2006	2007
Receitas das Empresas do Sector face ao PIB (Receitas/PIB) Revenues of the Sector's Companies face to the GDP (Renues/GDP)*	5,7%	5,7%	5,6%	5,3%	5,1%
Serviços Postais Postal Services	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%
Comunicações Electrónicas Electronic Communications	5,1%	5,1%	4,9%	4,7%	4,5%

Fonte | Source: ANACOM e Banco de Portugal

Unidade | Unit: %

(*) O valor das receitas corresponde à soma das vendas e prestação de serviços (relatórios e contas). | Total revenues are the sum of sales and provision of services (annual reports and accounts).
Nota | Note: Foram utilizados valores do PIB a preços correntes (Base 2000). | Note: The GDP values are at current prices (Base 2000).

Tabela 3 - Receitas das Empresas do Sector face ao PIB (Receitas/PIB)

Numa análise mais profunda apresentada num documento do ICP-ANACOM (ICP-ANACOM, 2009), pode verificar-se que todas as métricas relacionadas com os serviços de voz da Rede Fixa Tradicional (RTF) estão a diminuir desde 2004. A introdução de novos serviços e tecnologias de acesso tem permitido aos operadores de RFT manter o crescimento das receitas de forma global.

As receitas provenientes dos serviços de voz fixa estão a diminuir de forma significativa tendo, nos últimos 7 anos, diminuído cerca de 30%.

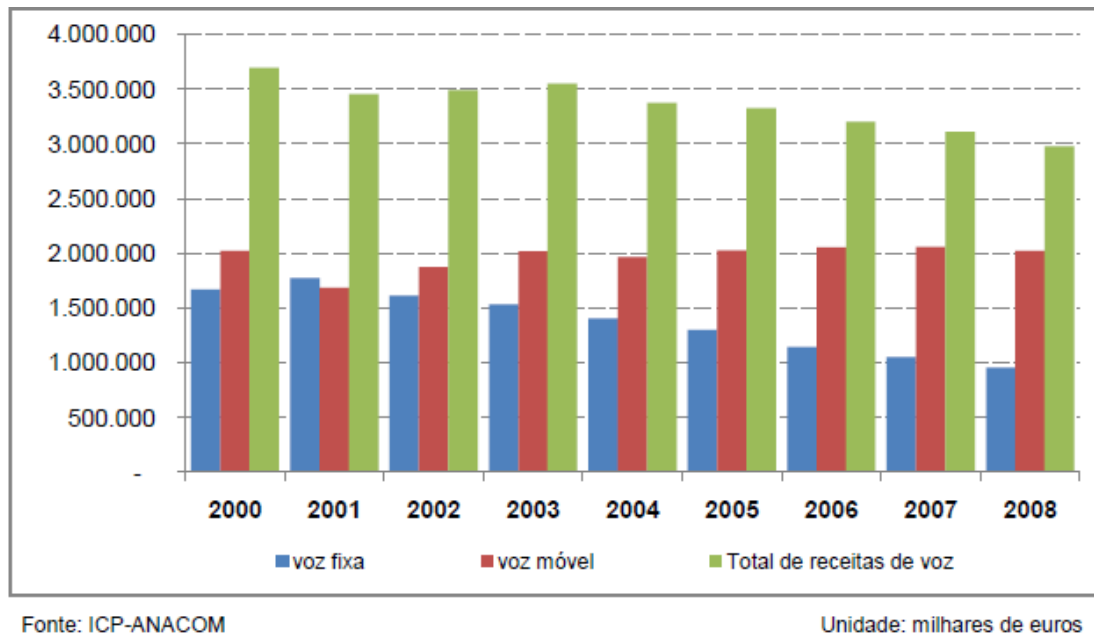


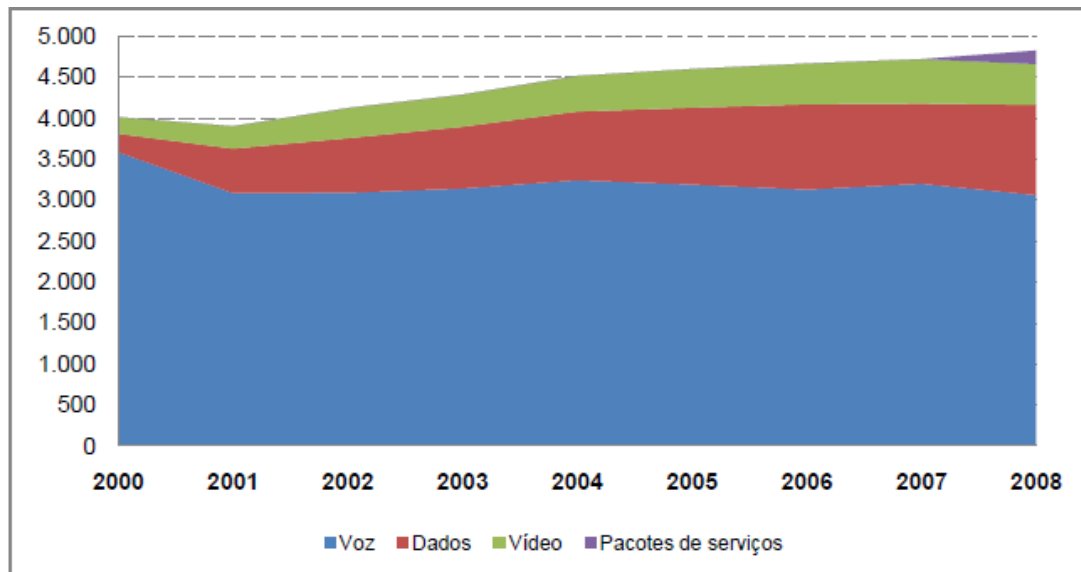
Figura 6 - Receitas do Serviço de Voz

O serviço telefónico móvel tem observado um crescimento significativo em número de clientes, serviços e total de minutos de conversação. Apesar disso, o valor das receitas voz móvel tem sido constante.

Não estando disponíveis informações sobre a evolução dos custos das empresas, nada pode ser dito sobre a rentabilidade das mesmas, o que, naturalmente, seria interessante.

III.1 - Rede Fixa Tradicional

O número de clientes do Serviço Telefónico Fixo (STF) tem-se mantido, com pequenas oscilações. O crescimento do número de clientes das redes fixas de telecomunicações deve-se à introdução de novos serviços e tecnologias. No gráfico abaixo pode verificar-se a evolução de crescimento do número de clientes total, e em particular, dos novos serviços, verificando-se uma estabilização, com tendência para diminuição, do número de clientes de voz tradicional.

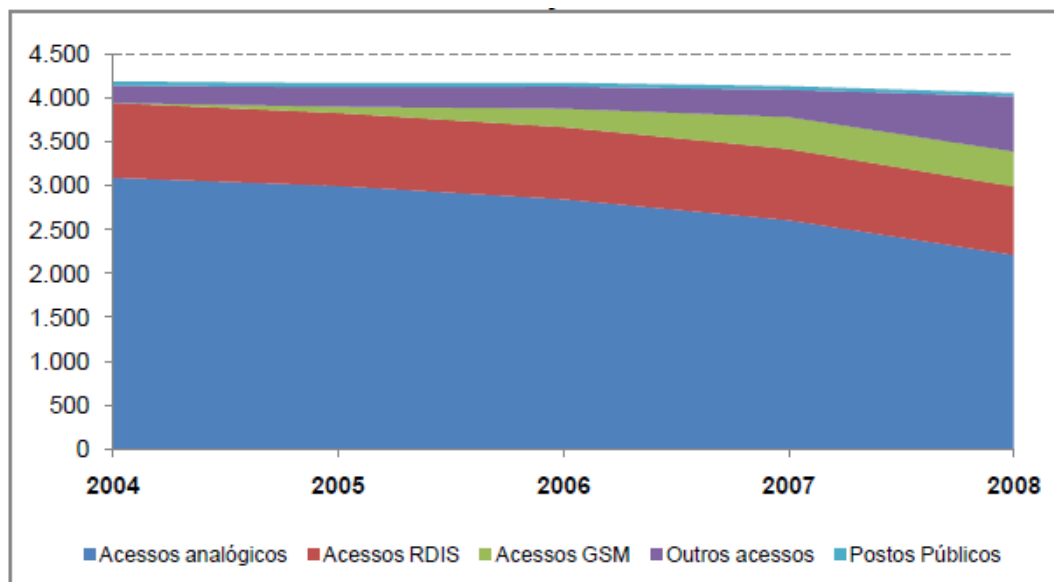


Fonte: ICP-ANACOM

Unidade: milhares de clientes.

Figura 7 - Evolução do número de clientes por rede de acesso

Redução do número de acessos é visível na Figura 8 existindo uma substituição clara dos acessos analógicos tradicionais por novos meios de acesso baseados em novas tecnologias.



Fonte: ICP-ANACOM

Unidade: milhares de acessos

Figura 8 - Evolução do número de acessos

O relatório clarifica que “Outros acessos” são: “*acessos associados aos serviços de voz através da Internet, prestados em local fixo e em condições percebidas pelo*

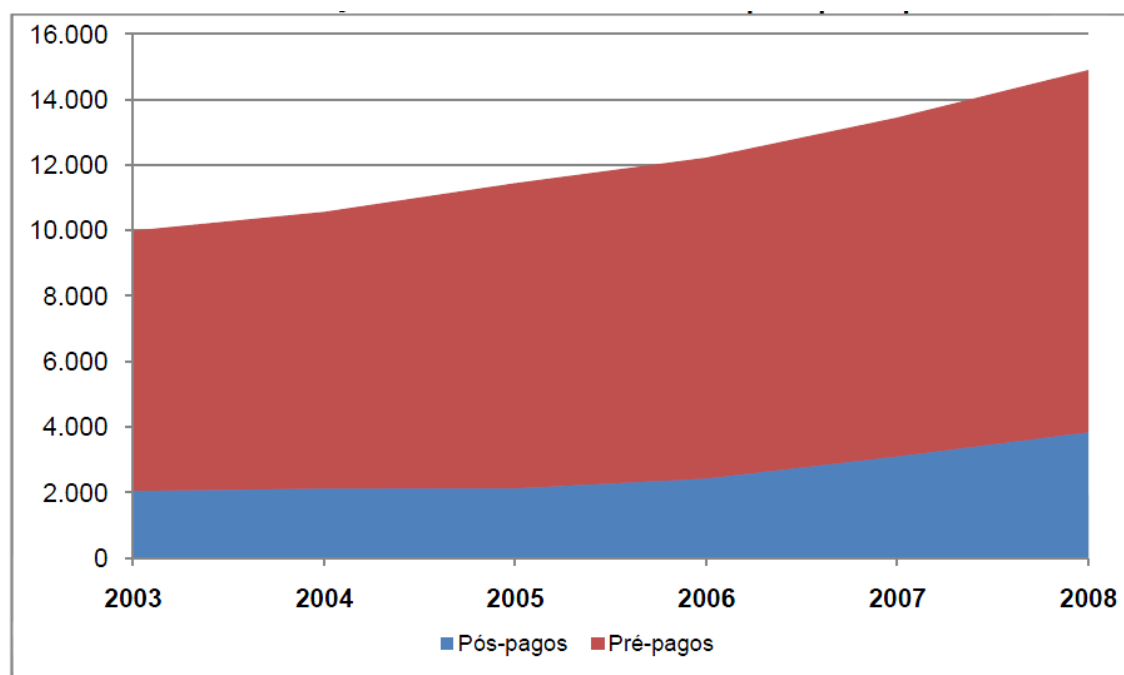
utilizador como equivalentes às do STF tradicional; os acessos associados aos serviços de voz através da Internet, em condições eventualmente percebidas pelo utilizador como equivalentes às do STF tradicional e os acessos ‘cable telephony’ ”.

III.2 - Serviço Telefónico Móvel

A evolução do serviço telefónico móvel tem sido muito significativa desde o seu aparecimento no final dos anos 80. Com a evolução tecnológica e digitalização dos serviços tornou-se possível aos operadores disponibilizarem novos e melhores serviços adicionalmente ao serviço de Voz.

A evolução crescente do número de clientes, número de chamadas e minutos de conversação nos últimos anos demonstram bem a adesão por parte dos consumidores a este serviço.

Entre 2004 e 2008, registou-se um crescimento superior a 40% do tráfego, um valor de magnitude semelhante ao crescimento do número de assinantes do serviço.



Fonte: ICP-ANACOM

Unidade: milhares de assinantes.

Figura 9 - Evolução do número de assinantes por tipo de plano tarifário

Os serviços móveis pré-pagos possuem uma relevância muito significativa. No Inquérito ao consumo das comunicações electrónicas realizado pelo ICP-ANACOM,

verifica-se que cerca de 7,9% dos consumidores possui um plano tarifário pós-pago. Segundo (ICP-ANACOM, 2008), Portugal é um dos países europeus em que os tarifários pré-pagos são mais significativos. Estes produtos estão associados a um maior controlo da factura do serviço, não exigindo, igualmente, o pagamento de assinaturas.

Adicionalmente, verifica-se um aumento significativo por parte dos consumidores aos serviços de Internet em banda larga móvel, sendo este serviço, em 2008, responsável por 10% das receitas totais por parte dos operadores móveis.

III.3 - Acesso a Banda Larga

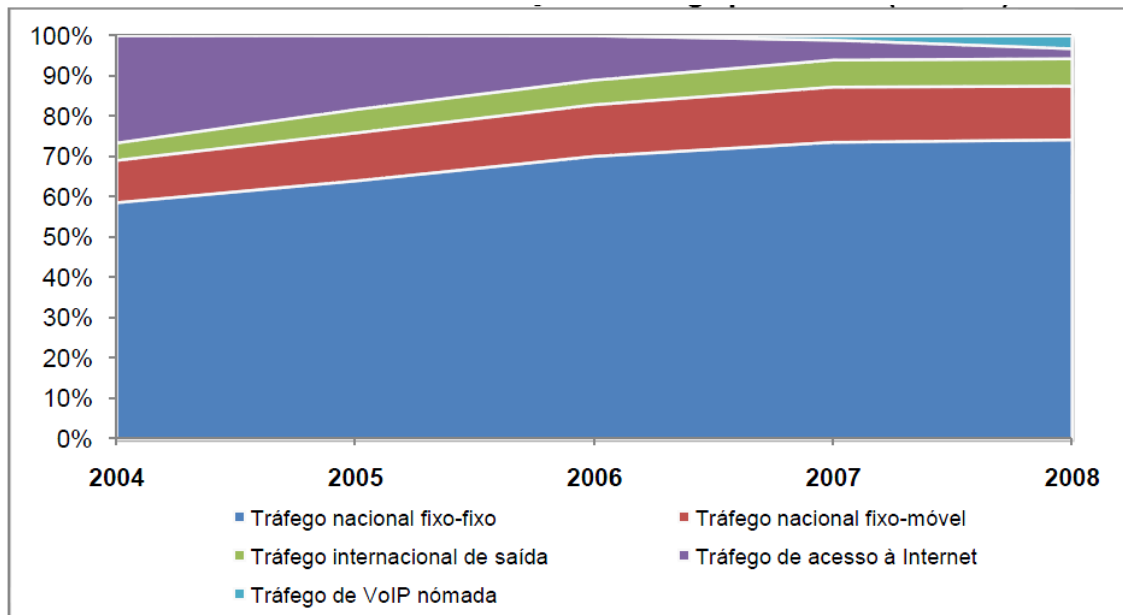
Os serviços de acesso à Internet em Banda Larga têm vindo a verificar um aumento de utilizadores no contexto nacional. Segundo o ICP-ANACOM (ICP-ANACOM, 2008), os serviços de acesso à Internet em Banda Larga são assinados por 63% das empresas e 32% dos agregados familiares.

III.4 - Caracterização do Tráfego

O ICP-ANACOM (ICP-ANACOM, 2008) caracteriza o tráfego realizado na rede fixa em 2008, tendo em conta o número de minutos, como maioritariamente fixo-fixo (74,2%). O tráfego fixo-móvel surge com 13,3% e o tráfego internacional de saída com 6,8%. Outros serviços como o serviço VoIP Nómada e o acesso à Internet em Banda Estreita apresentam valores de 3,2% e 2,5%, respectivamente.

Quanto ao número de chamadas, o tráfego fixo-fixo representa cerca de 72% do total, enquanto o tráfego fixo-móvel é responsável por cerca de 20% e as chamadas internacionais por 4%.

A evolução dos últimos anos relativamente a estes dados pode ser observada no gráfico seguinte:



Fonte: ICP-ANACOM

Unidade: %

Figura 10 - Distribuição do tráfego por destino (Minutos)

Verifica-se uma redução significativa dos acessos à internet em Banda Estreita em boa parte devido à disseminação de novas tecnologias de acesso de banda larga por parte dos diversos operadores.

III.5 - VoIP Nómada

Os prestadores com oferta de “Serviço VoIP Nómada”, disponibilizam aos seus utilizadores serviços de telefonia e integração com a rede comutada pública a partir de terminais VoIP. Os utilizadores podem usar qualquer tipo de terminal, desde que compatível com a rede do operador, registando-se na rede do prestador a partir de qualquer ponto na Internet para estabelecer ou receber chamadas telefónicas através do prestador. Cada utilizador do “Serviço VoIP Nómada” possui um número Nómada do Plano Nacional de Numeração (PNN). Sempre que o utilizador pretende estabelecer uma chamada com destino para a rede comutada pública, a chamada segue para o operador usando protocolos VoIP. Este entrega na rede comutada pública a chamada com a indicação de origem do Número Nómada do seu cliente. Sempre que um utilizador da rede comutada pública digita o número nómada, a chamada é encaminhada para o operador VoIP, o qual transforma a sinalização da chamada e o sinal de voz em protocolos VoIP de forma a entregar a chamada ao seu utilizador.

De forma geral, os operadores de VoIP Nómada limitam a realização e recepção de chamadas VoIP *on-net* apenas ao seu domínio, não permitindo que os seus clientes estabeleçam ou recebam chamadas provindos de outros pontos na Internet.

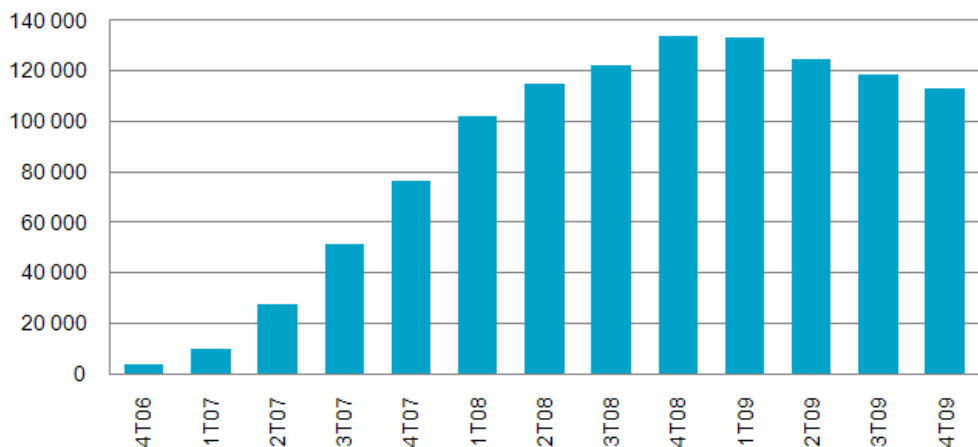
Segundo ICP-ANACOM (ICP-ANACOM, 2008), existiam 18 empresas inscritas em 2008 para prestar serviços VoIP Nómada, mas apenas 6 possuem o serviço activo e disponibilizam alguma oferta.

	2007	2008	2009
Número de Clientes	76.290	133.878	112.818
Número de Chamadas	19.730	53.813	55.436
Minutos de Conversação	93.191	263.066	276.441
Receitas (10 ³ euros)	5.728	13.726	15.497

Fonte: ICP-ANACOM.

Tabela 4 - Voz sobre IP nómada

O número de clientes associado ao serviço VoIP Nómada apresentou uma taxa de crescimento inicial muito significativa, mas encontra-se neste momento em decréscimo.



Unidade: N.º de clientes

Fonte: ICP-ANACOM

Figura 11 - Evolução do Número de Clientes VoIP Nómada

Apesar dos números, trata-se de uma oferta com pouca divulgação. Dos fornecedores consultados on-line⁹, nenhum publicita explicitamente serviços de voz desagregado da sua oferta comercial de Banda Larga.

Em final de 2008, com a mudança da regulação, passou a ser possível disponibilizar numeração geográfica por parte dos prestadores de serviço VoIP, desde que estes consigam garantir a localização do equipamento. Consequentemente, o interesse nesta gama de numeração diminuiu.

⁹ A consulta foi realizada no dia 4 de Julho de 2010 a cada um dos sites comerciais das empresas identificadas como activas na prestação do serviço VoIP Nómada.

Capítulo IV - Enquadramento Tecnológico

IV.1 - Introdução ao ENUM

ENUM (tElephone NUmber Mapping) é uma tecnologia que possibilita a identificação de recursos numa rede IP, tendo por base a numeração E.164 utilizada nas redes de telefonia tradicional.

Na prática o ENUM permite os utilizadores de serviços Internet ou de serviços telefónicos acederem a serviços diversos, em particular os de voz, através da indicação de um número do plano de numeração E.164.

Se usado a partir de dispositivos terminais telefónicos tradicionais, integrados numa rede VoIP compatível com ENUM, a chamada poderá ser entregue, contornando as redes tradicionais de voz e, dessa forma, reduzir os custos de chamada e sem perda de qualidade.

A partir de dispositivos terminais com mais funcionalidades, o número e tipo de serviços possíveis aumenta significativamente. O ENUM permite que, associado a cada número, seja registada informação adicional, nomeadamente endereços de páginas WEB, endereços de *e-mail*, entre outros. Assim, usando computadores, telemóveis, PDAs, leitores multimédia digitais ou outros dispositivos com ligação à Internet, torna-se possível aceder a quaisquer destes serviços, ou a outros novos que venham a ser criados.

IV.2 - Introdução Técnica

O ENUM consiste numa norma de utilização do serviço de *Domain Name System* (DNS) presente nas Redes IP. Esta norma foi descrita inicialmente no RFC2916 (Setembro 2000) tendo sido mais tarde actualizada pelo RFC3761 (Abril 2004). Ambos

os *Request For Comments* (RFC) foram escritos tendo em conta as recomendações do ITU-T relativamente à numeração E.164¹⁰.

O algoritmo proposto pelo ENUM identifica os recursos IP a partir de um número E.164, da seguinte forma:

- Passo 1: Ajuste do número à sua representação internacional (*First Known Rule*);
- Passo 2: Remoção de todos os caracteres com excepção dos números;
- Passo 3: Colocação do carácter “.” entre os diversos dígitos do número;
- Passo 4: Reversão da ordem dos caracteres;
- Passo 5: Sufixação da cadeia de caracteres “.e164.arpa”.

O processo de transformação pode ser mais facilmente compreendido com base no seguinte exemplo:

Passo	Expressão
Situação Inicial	218415132
Após passo 1	+351218415132
Após passo 2	351218415132
Após passo 3	3.5.1.2.1.8.4.1.5.1.3.2
Após passo 4	2.3.1.5.1.4.8.1.2.1.5.3
Após passo 5	2.3.1.5.1.4.8.1.2.1.5.3.e164.arpa

A cadeia de caracteres resultante é posteriormente submetida ao DNS (*DNS Query*) solicitando os *Resource Records* NAPTR.

Exemplo de registos obtidos dos pedidos ENUM:

¹⁰ ITU-T, "The International Public Telecommunication Number Plan", Recommendation E.164, Maio 1997.

Serviço ¹¹	Expressão Regular (ER) ¹²
"E2U+sip"	"!^.*\$!sip:info@example.com!" .
"E2U+h323"	"!^.*\$!h323:info@example.com!" .
"E2U+msg"	"!^.*\$!mailto:info@example.com!" .

As respostas obtidas possuem dois campos: o campo do “Service”, que permite à aplicação identificar qual a expressão regular a aplicar numa determinada situação e o segundo campo, a expressão regular, que indica à aplicação de como deve construir o endereço final, tendo por base o número original.

As expressões regulares permitem que o sistema reconstrua os endereços de forma a referenciar extensões internas de uma empresa em bloco, como se pode ver no exemplo seguinte:

Número Original:	212345678
Consulta ENUM:	8.7.6.5.4.3.2.1.2.1.5.3.e164.arpa
ER Obtida:	!^+351212345(.*)\$!sip:1\1@empresa.pt!i
Correspondência:	+351212345(678)
Substituição:	sip:1(678)@empresa.pt
Endereço resultante:	sip:1678@empresa.pt

Para o utilizador, todo o processo é transparente. Ao introduzir o número no *software* ou no sistema telefónico tradicional, o equipamento encaminha esse número até à aplicação informática que faz a consulta ao DNS. Após a resposta, processa a informação obtida dos registos NAPTR e, com base nos resultados alcançados, procede de acordo com a sua própria parametrização.

Uma consulta ENUM bem sucedida pode resultar em múltiplos registos de diversos tipos. A aplicação selecciona os tipos que é capaz de processar e ordena-os segundo a

¹¹ O RFC3761 define que os Resource Records relacionados com ENUM possuem o prefixo “E2U+” no campo “Service”.

¹² Expressões regulares (REGEX) são usadas de forma comum nos sistemas de informação. Permitem o tratamento e transformação de sequências de caracteres de forma simples e eficaz. Mais informação em: http://en.wikipedia.org/wiki/Regular_expression

prioridade indicada nos registos e inicia, então, a sequência de acções com base nessa informação.

A tecnologia ENUM apresenta-se simplesmente como um processo de mapeamento entre o número E.164 e um endereço de um recurso ou serviço acessível através da rede IP. Todos os passos necessários para o estabelecimento de uma sessão de serviço são realizados à *posteriori* da consulta ENUM pela aplicação de *software* responsável pelo estabelecimento do serviço.

Não é função do ENUM estabelecer chamadas VoIP ou realizar qualquer acção para lá de disponibilizar a referência correspondente.

IV.3 - Caracterização do ENUM

Sendo uma tecnologia agnóstica relativamente à aplicação da informação obtida, o ENUM pode ser utilizado num grande conjunto de situações, para inúmeros fins e por diversos tipos de beneficiários.

A generalidade da literatura indica dois tipos de beneficiários da tecnologia ENUM: os utilizadores e os operadores.

Os utilizadores são pessoas ou organizações que utilizam a tecnologia ENUM para mapear recursos nas redes IP a que têm acesso.

Os operadores são utilizadores que são, também, entidades responsáveis por serviços de telecomunicações registados junto das entidades reguladoras. Possuem por isso um conjunto de responsabilidades e obrigações adicionais a que os utilizadores, em geral, não estão comprometidos.

Fala-se de “*User ENUM*” quando os recursos são mapeados fora do âmbito do uso dos operadores, como em redes privadas de voz. Quando uma determinada implementação ENUM tem por base prestar serviços a um ou mais operadores, designa-se como “*Carrier ENUM*”.

Dependendo do tipo de recursos mapeados, o beneficiário pode recorrer ao uso de diferentes árvores:

- **Árvore Oficial** – Árvore definida no RFC 3761 que estabelece a árvore a ser usada à escala global por parte dos utilizadores. Esta é a árvore apoiada pelo ITU-T e em uso por diversos países.
- **Árvore Privada** – Árvore definida por parte das entidades utilizadoras do ENUM, sejam utilizadores, empresas ou operadores.

Relativamente ao acesso por parte das redes IP, o ENUM pode ser classificado como:

- **Reservado** – A informação está presente em árvore particular com acesso condicionado, sendo a informação disponibilizada a todas as instituições que referenciem árvore e tenham permissões de acesso à árvore.
- **Livre** – A informação está presente numa árvore, acessível a todos os utilizadores que possuam acesso à Internet.

A tabela que se segue apresenta a situação actual para os diferentes tipos de árvores existentes relativamente às características de serviço pretendidas pelos beneficiários.

ENUM		Beneficiários	
Gestão	Acesso	Operador	Utilizador
Oficial (ITU-T)	Reservado	a)	e)
	Livre	b)	f)
Privada (utilizadores)	Reservado	c)	g)
	Livre	d)	h)

Fonte: Elaboração própria

Tabela 5 - Tipos de ENUM

- a) Não existe qualquer árvore definida pelo ITU-T para uso restrito por parte dos operadores; apesar de diversas discussões neste sentido necessita-se ainda de uma ampla aceitação por parte dos operadores da forma como a informação será registada e disponibilizada neste meio.
- b) Também denominado como “*Infrastructure* ENUM”, este tipo de ENUM acumula todas as dificuldades indicadas em a), com o facto de disponibilizar a

informação dos operadores, associada a cada número, a todos os utilizadores da rede IP pública.

- c) O “*Carrier ENUM*” apresenta-se como o tipo mais promissor, apresentando aplicabilidade para uso por um operador ou em conjunto, numa associação de operadores.
- d) No decorrer deste trabalho não foi identificada nenhuma árvore privativa com visibilidade pública gerida por um ou mais operadores; este tipo de árvore não parece ter qualquer tipo de utilidade tendo em conta as justificações apresentadas por parte dos operadores para o ENUM, em geral.
- e) Não está definida qualquer árvore por parte do ITU-T para uso restrito por parte dos utilizadores, embora este tipo de definição possa ser útil para a criação de soluções de produtos empresariais *Plug-and-Play* baseados em ENUM.
- f) Genericamente chamado de “*User ENUM*”, é o tipo de ENUM que mais utilidade tem para o utilizador da rede IP pública (Internet), permitindo mapear recursos através de registos definidos pelo próprio utilizador. A árvore única, definida pelo ITU-T, possui um conjunto de regras ao nível dos reguladores e políticas nacionais que não permitem, neste momento, o registo de dados nesta árvore na maior parte dos países.
- g) Utilizado internamente por instituições, não são divulgados por diversas razões, nomeadamente de segurança, de privacidade dos dados, entre outras. É prática comum nas implementações de sistemas de telecomunicações compatíveis com ENUM a criação deste tipo de árvores para mapeamento de recursos internos dos utilizadores. Será, a partir deste momento referenciado neste documento como “*Restricted ENUM*”.
- h) As árvores privadas de acesso público estão disseminadas pela Internet como alternativa ao “*User ENUM*” de forma a ultrapassar as limitações reguladoras impostas. Exemplos destas árvores são o “e164.org” e o “NREnum.net”. Será, a partir deste momento referenciado neste documento como “*Private ENUM*”.

***Infrastructure* ENUM**

A *Infrastructure* ENUM refere-se à utilização do ENUM público na vertente dos operadores de telecomunicações, com acesso livre por parte de qualquer utilizador da rede IP pública. Este tipo de ENUM não tem tido grande receptividade por parte dos operadores pois expõe informação crítica da sua rede, pondo em causa a segurança e a operacionalidade da infra-estrutura de telecomunicações. Adicionalmente, não existe consenso relativamente à árvore a utilizar para suportar este serviço.

***Carrier* ENUM**

O *Carrier* ENUM destina-se à utilização do ENUM na vertente dos operadores de telecomunicações para operações de suporte à rede num ambiente protegido. As operações que suportam são, entre outras, encaminhamento, redireccionamento e portabilidade.

A construção e utilização de redes IP e do *Carrier* ENUM, por parte dos operadores, diminuem os custos de investimento e de funcionamento, na medida em que substituem, de forma eficaz, os antigos equipamentos de encaminhamento tradicionais que implementam o Sistema de Sinalização #7 (SS7) comparativamente dispendiosos e de operação complexa.

O “*Carrier* ENUM”, potencia a possibilidade de entrega directa ao operador destinatário, diminuindo os custos com operadores intermediários no encaminhamento. Existem implementações deste tipo para facilitar o encaminhamento entre operadores. Na Holanda foi formado um consórcio de operadores com vista à implementação do “VoIP *Exchange*” em que a tecnologia ENUM é utilizada para realizar o encaminhamento (Maris, 2006).

A GSMA (GSM Association) está a promover um serviço baseado neste conceito. O serviço “*PathFinder*” é apresentado como um serviço que “baixa os custos e melhora a eficiência da rede disponibilizando serviços de portabilidade integrados”¹³.

¹³ “*PathFinder* lowers costs and improves network efficiency by providing number portability corrected destinations” - http://www.gsmworld.com/our-work/programmes-and-initiatives/pathfinder/key_features.htm (22 Julho 2010)

De futuro, o “*Carrier ENUM*”, será utilizado de forma definitiva nas redes de nova geração (NGN) integrado na arquitectura do IP-Multimedia *Subsystem* (IMS), conforme definido pelo *3rd Generation Partnership Project* (3GPP).

User ENUM

A utilização do *User ENUM* permite que todos os utilizadores à escala global partilhem a informação numa única árvore, num único repositório de informação. Este tipo de ENUM tem por base a árvore “e164.arpa”, cuja gestão está sob a alçada do ITU-T e das entidades reguladoras nacionais. O ITU-T definiu uma política de *opt-in* nos diversos níveis (país e utilizadores), pelo que o número de países e adoptantes é ainda reduzido.

Segundo Phil Kingsland (NOMINET), o *User ENUM* poderá ser utilizado pelo seguinte conjunto de utilizadores: Residencial, Pequenas e Médias Empresas, Grandes Empresas, Departamentos Governamentais, Operadores de Telecomunicações.

A utilização do *User ENUM* apresenta diversas dúvidas acerca da sua escalabilidade, segurança, privacidade e qualidade dos dados, em particular, por parte dos operadores.

Restricted ENUM

O *Restricted ENUM* permite a utilização do ENUM por parte dos utilizadores para funções de telecomunicações privadas. Os beneficiários podem construir redes de complexidade arbitrária incorporando o número de locais e organizações que pretenderem, podendo registar qualquer tipo de recursos, sem restrições. Assim, uma vez que o acesso é privado, a informação não fica exposta na Internet.

O acesso reservado que caracteriza o “*Restricted ENUM*” é usado actualmente por multinacionais, empresas ou grupos de empresas com uma rede VoIP com mecanismos de endereçamento privado.

Este tipo de ENUM também é utilizado a nível interno em organizações para mapear extensões e serviços internos da organização.

Private ENUM

As entidades que implementam árvores “*Private ENUM*” pretendem divulgar os seus recursos na rede IP de forma aberta e pública. Ao fazê-lo, permitem que outras

entidades, com as quais não têm qualquer acordo prévio, possam utilizar os seus recursos. De uma forma geral, estas árvores são criadas por grupos ou consórcios de utilizadores que possuem um benefício intrínseco em implementar esta solução. Ao disponibilizar a árvore de forma livre na Internet estão a aumentar, sem custos, a possibilidade de utilização de recursos da sua própria rede.

Um primeiro exemplo do *Private* ENUM é a existência do NRENum.net, uma árvore no âmbito das redes académicas que possui já mais de 10 entidades associadas. Outro exemplo é o “e164.org”, o qual disponibiliza este serviço de forma gratuita. Possui milhares de registos disponíveis, prontos a utilizar.

Enquanto o NRENum.net foi definido como forma alternativa ao *User ENUM* e possui uma política de compatibilidade e de não conflito, o e164.org apresenta-se como um competidor directo à árvore oficial promovida pelo ITU-T. Assim, dado que não existe um esquema de numeração alternativo, estas árvores assentam directamente sobre os planos de numeração nacionais, pelo que este tipo de árvore é uma ameaça ao *User ENUM* pois compete directamente com este, prestando o mesmo serviço.

Existem também árvores privadas de acesso livre que utilizam planos de numeração próprios, mas o seu uso e o poder de atracção de novos utilizadores é muito mais reduzido. A criação de árvores neste âmbito não está regulada, nem é possível vir a ser regulado de forma eficaz, dado o carácter da Internet.

IV.4 - Estado de Disseminação

De todos os tipos de ENUM existentes, o *User ENUM* é o que apresenta mais desafios ao seu desenvolvimento. O “*Carrier ENUM*” tem estado a ser adoptado por parte dos operadores e das respectivas associações com o aval dos reguladores.

A seguinte frase descreve bem a situação actual da difusão de ambos os tipos de ENUM.

“I think User ENUM is either dead or sleeping very well, but Carrier ENUM is doing very well, especially with mobile operators.”

-- Richard Stastny – ex-responsável pelo ENUM.at

Fonte: mensagem enviada ao autor em 15/09/2009.

Os “*Restricted* ENUM” privados, estão a ser usados por empresas para implementar grupos fechados de utilizadores, mapeamento de extensões ou serviços de mobilidade avançados. Os “*Private* ENUM” abertos, existem e são utilizados, mas não se verifica uma adopção significativa por parte dos utilizadores e de entidades. Em geral, as entidades que fornecem este serviço não são consideradas confiáveis, seguras, fidedignas e duráveis. Os restantes modelos de ENUM seguem filosofias de funcionamento idênticas. No entanto, as entidades gestoras das árvores assumem uma ou mais funções implementando políticas próprias enquadradas com o serviço que prestam.

Capítulo V - User ENUM

Neste capítulo descreve-se o modelo funcional e administrativo que correlaciona os *stakeholders* do ENUM no contexto do “User ENUM” ao nível da regulação, registo e implementação. São apresentados os pontos de situação internacional em diversos locais do globo, com um detalhe especial para a situação portuguesa e para as posições actuais dos *stakeholders* nacionais. No final do capítulo, é apresentada uma perspectiva de modelo de negócio para o “User ENUM” à escala nacional.

V.1 - Organização

O Modelo Funcional do ENUM foi definido pelo *European Telecommunications Standards Institute* (ETSI) na norma ETSI TS 102 051. A ANACOM, enquanto representante nacional e regulador descreveu o modelo na sua “Consulta Pública - Serviço ENUM” (ICP-ANACOM, 2006).

V.1.1 - Modelo Funcional e Administrativo

Este modelo define a existência de uma separação em três níveis distintos: Tier 0, Tier 1 e Tier 2.

As funções ENUM são realizadas nos diversos níveis por diferentes entidades, que têm funções vitais ao nível da gestão da hierarquia no sistema de DNS como é referido por (Hillebrand and Büllingen 2001).

Segundo a norma, as entidades responsáveis pela gestão do DNS, fundamental para a operação do ENUM, são:

- O *Registry*, a entidade responsável por coordenar a gestão dos domínios na hierarquia de DNS;
- O *Registrar*, define-se como o agente que submete pedidos de inclusão ou exclusão ao *Registry* em nome do *Registrant*;
- O *Registrant*, a entidade que faz uso do nome do domínio.

A cada um dos níveis indicados, estão associados um conjunto de funções e responsabilidades:

- *Tier 0* – Administração e gestão técnica do domínio ENUM – estas funções são implementadas pelo *Tier 0 Registry*; na prática trata-se de um registo internacional único, contendo apontadores para os diversos registos ENUM *Tier 1*;
- *Tier 1* – Gestão e operação do domínio ENUM no âmbito do código do país ou área de identificação E.164.; estas funções são implementadas pelo *Tier 1 Registry*, uma entidade a nível nacional e os registos apontam para os servidores de nome ENUM *Tier 2*;
- *Tier 2* – Gestão e operação dos registos ENUM propriamente ditos; estas funções são implementadas pelo *Name Server Provider ENUM Tier 2* e pelo *ENUM Registrar*.

Esta arquitectura, como também é enfatizada pelo ICP-ANACOM (ICP-ANACOM, 2006), tem como objectivos: “*seguir a hierarquia DNS baseada na figura da delegação como um mecanismo para descentralizar o controlo e proporcionar o nível exigido de escalabilidade e segurança.*”. Permite, ainda, introduzir a possibilidade de concorrência entre os vários prestadores de serviços de forma a aumentar a liberdade de escolha por parte do consumidor.

Nível	Entidade	Âmbito	Responsável por Funções	
			Administrativas	Técnicas
<i>Tier 0</i>	<i>Registry Tier-0</i>	Internacional	Administração e Gestão do ENUM	Gestão do domínio DNS raiz e respectivas delegações de prefixos E.164.
<i>Tier 1</i>	<i>Registry Tier-1</i>	Nacional	Administração e Gestão do ENUM à escala	Gestão do domínio DNS relativo ao

			Nacional	prefixo nacional e respectivas delegações de numeração no âmbito do ENUM.
<i>Tier 2</i>	<i>Registrar</i>	Nacional	Interacção com o <i>Registrant</i>	Gestão dos registos ENUM no DNS.

Fonte: elaboração própria

Tabela 6 - Responsabilidade de Funções no ENUM

O *Registrant* é o cliente final, ou consumidor, do serviço ENUM que pretende popular a árvore com registos. Numa situação de concorrência, o consumidor, poderá escolher qualquer *Registrar* para a operação do serviço.

O *Registrar* tem a função de intermediar a relação entre o *Registrant* e a *Registry*. Processa o pedido e garante o registo da informação necessária no DNS.

O *Registrar* pode prestar, pelo menos, dois tipos de serviços:

- Completo – o *Registrar* disponibiliza mecanismos de população de registos ENUM no DNS
- Separado – o *Registrar* delega o número para um “*Name Server Provider* ENUM”

V.1.2 - Processo de Registo de Número

O processo inicia-se com o pedido do *Registrant* ao *Registrar* da sua escolha, indicando o número, fornecendo a sua identificação e os serviços que pretende registar. Após a validação da entidade do *Registrant*, por parte da hierarquia (trabalho conjunto entre a *Registry* e o *Registrar*), o *Registrar* submete ao *Name Server Provider Tier 2* a informação que o *Registrant* pretende registar. Esta informação que foi devidamente validada pelo *Registrar*, será novamente validada pelo *Tier 2 Name Server Provider*, de acordo com as regras estabelecidas para essa zona de numeração.

Na figura 12, que se segue, é apresenta-se o processo de registo de um número E-164 no serviço ENUM, conforme definido pelo ETSI.

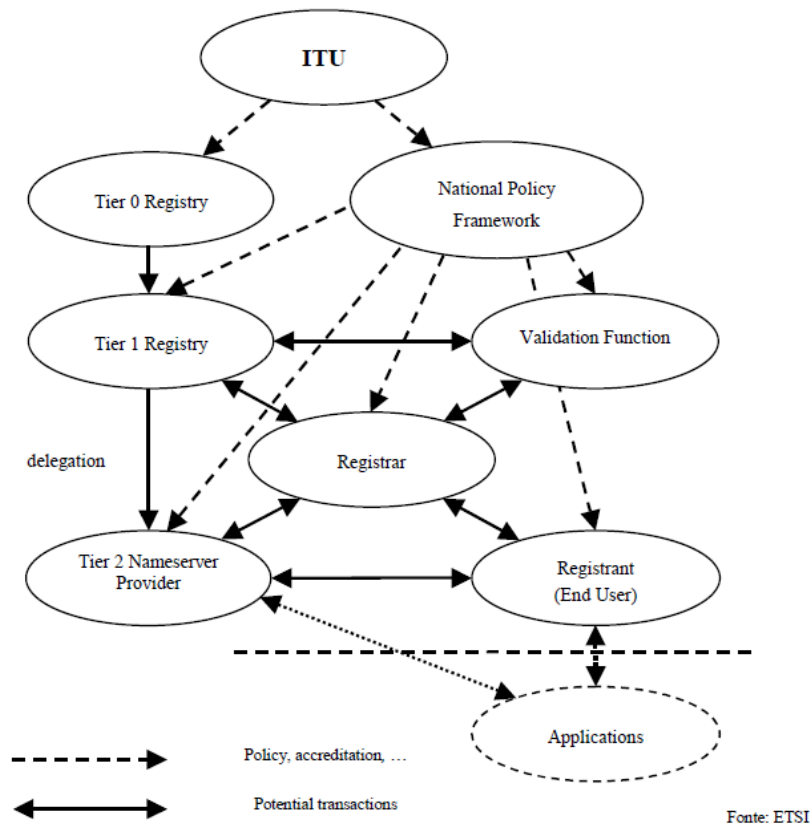


Figura 12 - Processo de Registo de um número E.164 no ENUM

Torna-se assim claro que existem dois momentos críticos no processo de validação da informação a submeter no ENUM:

- validação da identidade e autoridade do *Registrant* para poder submeter os registos;
- validação dos registos das aplicações a submeter à hierarquia ENUM.

A arquitectura da função de validação encontra-se descrita em detalhe no RFC 4725.

V.1.3 - Processo de Implementação

O ENUM é uma tecnologia que toca uma série de pontos fundamentais na arquitectura dos serviços das redes de telecomunicações a diversos níveis: técnico, administrativo, político e regulador.

Dada a sua complexidade, o processo de implementação do ENUM não é directo e depende, em muito, do contexto em que está inserido. O ITU-T recomenda, por essa

razão, que sejam realizados um conjunto de passos que levem à adopção do mesmo, ou não, em cada uma das zonas E.164.



Fonte: elaboração própria

Figura 13 - Sequência de Estados de Implementação do ENUM

Segundo o “RIPE ENUM Working Group”¹⁴ a implementação do ENUM passa pelos seguintes estados:

- ***Not Delegated*** - Estado inicial em que todos os países estão. Não existe qualquer vínculo ao processo de adopção do ENUM. Para passar ao estado “*Applied*”, cabe ao responsável pela numeração submeter um pedido de delegação junto do *Registry Tier-0*.
- ***Applied*** - Estado em que o processo de adopção ao ENUM fica enquanto o RIPE NCC analisa o pedido de delegação. O tempo de análise é relativamente rápido e pouco burocrático. A solicitação é anunciada na comunidade, avaliado pelo ITU-T e a delegação é realizada pelo RIPE-NCC depois de todas as condições técnicas estarem reunidas e a avaliação do ITU-T ser positiva. Neste caso avança para o estado “*Delegated*”. Caso exista alguma questão levantada ao nível do ITU-T ou por parte da comunidade, o estado do processo passa a “*Objected*”.
- ***Delegated*** - Todo o processo técnico de delegação está concluído, aguardando o início do *Trial*, propriamente dito, e, quando o responsável pela delegação indicar que o *Trial* foi iniciado, o estado passa a *Trial*.
- ***Objected*** - O ITU-T realiza um parecer que fomenta este estado e o processo poderá recomeçar com um novo pedido.

¹⁴ <http://www.ripe.net/enum/>

- **Trial** - Período de tempo em que todo o processo de teste acontece, o *Field Trial*. No final do período, os serviços podem ser suspensos e o processo passa, então, ao estado de “*Hiatus*”.
- **Hiatus** - Nesta fase do processo, é feita a avaliação do período *Trial* e é tomada a decisão para avançar para produção, ou não.
- **Production** - Neste estado o serviço ENUM está em produção.

Dos diversos passos necessários à implementação do ENUM, o mais relevante para a sua implementação é o *Field Trial*, dado que esta é a fase determinante para validar os modelos e os processos.

Desde a sua definição, o ENUM, tem sido implementado em diversos países de forma faseada. Ao contrário de uma entrada completa nos mercados, os *stakeholders* têm promovido implementações de teste, ou *Field Trials*.

Segundo Elixmann, et al., (Elixmann, et al., 2006), os objectivos de um *Field Trial* são:

1. Identificar o interesse por parte dos operadores de telecomunicações e ISPs no ENUM e ganhar experiência com a tecnologia com base no ambiente de teste;
2. Identificar os prós e os contras de diferentes implementações de ENUM, em particular relativamente aos papéis das *Registries* e *Registrars*;
3. Avaliar os processos, interfaces e protocolos para a governação das relações entre as diversas instituições envolvidas;
4. Testar o ENUM, associando aplicações do ponto de vista do utilizador e do ponto de vista técnico;
5. Verificar a viabilidade do ENUM relativamente ao lucro e a custos operacionais.
6. Avaliar possíveis modelos de negócio;
7. Processar dados dos utilizadores nos processos ENUM tendo em conta os *standards* e as boas práticas de segurança;
8. Discutir assuntos relacionados com o ENUM que são relevantes relativamente às políticas e regulação.

Os *Field Trials* são iniciados pelas autoridades de regulação ou pelos ministérios com responsabilidades nas telecomunicações e/ou Internet ou através das associações de

ISP's a nível nacional. De uma forma geral, verifica-se que existem grandes vantagens na participação dos operadores de telecomunicações na impulsão dos testes ENUM a nível nacional. (Elixmann, et al., 2006)

Os *Field Trials* são geralmente estruturados em quatro fases:

1. Investigação de interesse (consultas);
2. Preparação e desenho conceptual (direcções e grupos de trabalho);
3. Implementação e operação (teste) [*delegated - trial*];
4. Transição para o lançamento do serviço [*hiatus*].

V.2 - Stakeholders

Como em todas as tecnologias, existem entidades responsáveis pela sua existência, evolução e uso. No caso do ENUM, todo o processo de definição tecnológico aconteceu à escala global com a intervenção de entidades internacionais relacionadas com o mundo das telecomunicações, como o ITU-T, mas também ao nível do mercado, através do apoio por parte de multi-nacionais relevantes na área da Internet como é a CISCO.

De uma forma geral podemos dividir as entidades relacionadas com o ENUM em duas esferas: as entidades que se movimentam no âmbito Global/Internacional e as entidades que se movimentam no âmbito Local/Nacional.

A nível internacional temos as seguintes instituições:

- ITU-T – União Internacional de Telecomunicações – sector da normalização;
- IAB – Internet Advisory Board;
- RIPE-NCC - Reseaux IP Europeens Network Control Center;
- IANA - Internet Assigned Numbers Authority;

À escala nacional, os responsáveis e os interessados no ENUM são os seguintes:

- Órgãos Governamentais - O Governo e, em particular, o Ministério das Telecomunicações e Obras Públicas;
- Regulador - ICP-ANACOM;

- Gestor do ccTLD – Fundação para a Computação Científica Nacional (FCCN);
- Entidade gestora da Rede Académica – Fundação para a Computação Científica Nacional (FCCN);
- Operador Incumbente – Portugal Telecom;
- Outros operadores e integradores.

V.3 - Situação Internacional

De forma a compreender melhor a situação nacional, torna-se importante verificar a situação internacional do ENUM, nomeadamente, os pontos de situação dos diversos países relativamente à adopção do ENUM, quais as fases em que cada país se encontra e quais as decisões consequentes do *Field Trial*.

O grupo de trabalho do ITU-T mantém uma página *on-line* com a informação actualizada da situação, por país, relativamente à adopção do ENUM à escala global.

O site “*enumdata.org*” apresenta informação detalhada sobre as implementações de ENUM no globo. A informação pode ser sintetizada da seguinte forma¹⁵:

Estado de Implementação	Número de Países
<i>Not Delegated</i>	3
<i>Delegated</i>	30
<i>Trial</i>	6
<i>Hiatus</i>	2
<i>Production</i>	10
<i>Objected</i>	7

Fonte: elaboração própria

Tabela 7 - Número de países por Estado de Implementação do ENUM

¹⁵ <http://enumdata.org/>, em 10 de Junho de 2010

Existem assim 58 áreas do globo que possuem alguma forma de avanço ao nível do ENUM. A Europa distingue-se como a área mais activa. Na Europa a 27, apenas 9 dos países não possuem qualquer actividade relevante no ENUM. Com base nesta informação resumida, verifica-se que o ENUM revela uma série de entraves ao seu desenvolvimento, um pouco, por todo o mundo. Não existindo documentação detalhada para os países sem qualquer actividade, segue-se um conjunto de informação sobre alguns dos países ou áreas geográfica, considerados de maior interesse.

Suíça

No caso suíço, todo o processo decorreu de forma normal. Realizou-se o lançamento das consultas por parte do regulador em 2002, seguido de um Workshop sobre ENUM no final do mesmo ano. Consequentemente, o regulador deu autorização para a entidade gestora da rede académica (SWITCH) avançar para o *Field Trial* ENUM em 2003. O primeiro *Registrar* comercial entrou em operação em Abril de 2005, ainda durante o *Field Trial*.

Em Setembro de 2007, a autorização para operar o *Field Trial* expirou e a SWITCH deixou de poder operar a árvore e de poder continuar a sua função de ENUM *Registry*. Segundo um dos técnicos envolvidos, durante os 4 anos em que o *Field Trial* durou, os maiores desafios estiveram relacionados com a negociação com as entidades reguladoras e com o seu financiamento.

A SWITCH indica no seu *site*¹⁶ que continua com interesse no ENUM e continuará a utilizar esta tecnologia, agora, tendo por base a árvore *nrenum.net*.

Áustria

Encetadas as primeiras consultas em 2001, as actividades relacionadas com o ENUM foram imediatamente iniciadas. Em 2002, o *Field Trial* estava operacional com o suporte de diversos *Stakeholders*. Em 2004, após menos de 2 anos de *Field Trial*, o serviço ENUM passou ao estado “*Production*”.

¹⁶ <http://switch.ch/about/news/2007/?id=148>

Durante os últimos anos foram realizadas diversas tentativas para tornar o serviço mais acessível, pela implementação de aplicações utilizadoras de ENUM, criação de serviços que permitem a integração entre os serviços de voz tradicionais e VoIP e a criação de zonas de numeração específicas ENUM.

O ENUM.at tornou-se um caso de referência incontornável a nível Mundial.

Apesar do seu sucesso, em 2009, o ENUM possuía apenas 8000 números registados.

Reino Unido

O *Field Trial* teve início em Dezembro de 2002 e durou o período de um ano. Apesar de ter sido considerado um sucesso¹⁷, surgiram algumas questões que impediram a passagem do serviço a produção.

O *Field Trial* atingiu uma série de objectivos relacionados com os processos de autenticação e validação, assim como a documentação detalhada dos diversos interfaces entre os vários participantes do processo administrativo de delegação de um número. Por outro, identificou problemas ao nível dos processos de autenticação expeditos, transferência de registos, modelo de financiamento e segurança, os quais não foram possíveis de resolver durante o *Field Trial*.

Em 2009, o serviço ENUM passou a produção e é operado sob contrato de 5 anos pela empresa *NOMINET*.

Irlanda

Criado em 2003, o “*Irish ENUM forum*”, iniciou as suas actividades delineando uma estratégia para o *Field Trial*. A primeira fase decorreu de Julho a Outubro de 2004 e compreendia a preparação técnica e administrativa. A segunda fase abrangeu a realização dos testes junto dos clientes, decorrendo entre Outubro de 2004 e Março de 2005. A infra-estrutura de *Field Trial* ficou operacional até à passagem da delegação ao estado “*Production*”.

¹⁷ <http://www.ukec.co.uk/docs/UKETGReportFinal.pdf>, 4 de Julho de 2010

Tendo em vista a promoção da competição, em Novembro de 2005, o regulador (ComReg) fez um pedido de demonstrações de interesse para prestação de serviços técnicos *Tier-1* e, em Dezembro de 2006, foi assinado um contrato para a exploração deste serviço. O serviço foi activado em meados de 2007.

Alemanha

Segundo o relatório final do *Field Trial*¹⁸, em 2002, o DENIC foi a primeira *Registry* a solicitar ao RIPE NCC a delegação a nível mundial. Mandatada pelos diversos parceiros para a realização de um teste privado com carácter de urgência, em Agosto de 2003, o teste privado passou a *Field Trial* com o apoio massivo para definição dos sistemas e dos processos que tornassem possível a utilização, de forma inovadora, do ENUM por parte dos *Service Providers* e Operadores.

Desde logo foi formado um conjunto de participantes com destaque para a entidade reguladora, operadores de telecomunicações, fabricantes de equipamento, academia e entidades relacionadas com a protecção de dados pessoais. O processo decorreu de forma aberta, transparente e participativa. Segundo o relatório acima referido, existiu uma grande participação por parte dos utilizadores finais, academia e um grande interesse por parte dos fabricantes e operadores pelo potencial que o ENUM apresentava na altura.

No relatório anual de 2009¹⁹, verifica-se que o número de registos ENUM é de 7706, tendo-se observado um crescimento na ordem dos 2,46% relativamente a Dezembro de 2008. O mesmo relatório salienta que o máximo de domínios ENUM registados aconteceu em Julho de 2008, tendo atingido nessa data os 7802 registos.

Quanto à distribuição dos registos por tipo de número, verifica-se que 82,99% dos registos se referem a números geográficos, 15,62% a números móveis e menos de 1% a números pessoais.

América do Norte

¹⁸ http://www.denic.de/fileadmin/ENUM/ENUM_Abschlussbericht_EN.pdf, 4 de Julho de 2010

¹⁹ <http://www.denic.de/fileadmin/ENUM/ENUM-Jahresbericht%202009.pdf>, 4 de Julho de 2010

O NANPA (*North American Numbering Plan Area*) é um plano de numeração com o prefixo (+1) que abrange diversos países na América do Norte. Esta área inclui o Canadá, Estados Unidos da América e muitos, mas não todos, dos países das Caraíbas.

Devido à particularidade de diversos países partilharem o mesmo prefixo, durante anos foi discutida o modo de fazer a delegação de DNS, de forma a garantir a independência relativamente a uma determinada entidade.

Tendo por base o relatório final do *Field Trial*²⁰, em Agosto de 2004, foi criado o “*Country Code 1 ENUM LLC*” com vista à realização de projectos e *Field Trials* de ENUM respeitante ao prefixo (+1). Em Março de 2006, foi assinado por todos os governos, um memorando de entendimento para a realização de um *Field Trial*.

O *Field Trial* foi realizado entre Março de 2006 e Junho de 2007. A solução técnica passou pela divisão da *Tier 1* em *Tier 1A* e *Tier 1B*. A camada *Tier 1A*, operada pela CIRA, foi responsável pelo registo dos diversos prefixos regionais da área. A camada *Tier 1B* foi operada por entidades privadas, nomeadamente, a Verisign e a Neustar.

O relatório conclui com a indicação de que, tecnicamente o *User ENUM* funciona, mas faltam resolver questões relacionadas com os processos e modelos de negócio. O documento alerta ainda para a necessidade de estudar, de forma mais cuidada, os seguintes assuntos: processos de autenticação do utilizador, conformidade da configuração do DNS, coordenação entre as diversas entidades gestoras de numeração.

Segundo o *site enumdata.org*, no início de 2008, a delegação NANPA passou ao estado “*not delegated*”.

França

Iniciados os trabalhos em 2001, com uma consulta pública sobre a temática do ENUM, as conclusões apresentadas na *press-release*²¹ de 16 de Julho de 2001, salientam a necessidade fundamental de que a gestão dos domínios estivesse subordinada à gestão dos números. Pretendia-se manter os sistemas consistentes e assegurar que os serviços

²⁰ <http://enumllc.com/USEUTrialRpt.pdf>, 4 de Julho de 2010

²¹ <http://www.arcep.fr/>, 4 de Julho de 2010

atingiam a mais vasta gama de consumidores, assim como a necessidade do rápido estabelecimento de regras e condições para a inserção de registos no ENUM.

Em 2002, a empresa Numerobis foi seleccionada para conduzir o *Field-trial*, o qual foi realizado no período entre Fevereiro de 2003 e Outubro de 2004.

O estado actual do domínio ainda é “*Trial*”, no entanto não existe qualquer actividade posterior documentada.

Holanda

O processo iniciou-se em 2001 com um primeiro relatório sobre a utilidade da adopção do ENUM e, em 2002, foi solicitada a delegação do domínio para um *Field Trial*, mas devido ao pouco interesse demonstrado pelo mercado, a opção por parte do regulador foi de não prosseguir para ‘*Production*’.

Em 2005, com o crescente aumento de interesse no VoIP, a entidade gestora do CC TLD (SIDN) funda o “*Stichting ENUM Nederland*” (ENUM NL), tendo esta entidade como objectivo prosseguir a dinamização do ENUM na Holanda.

Em 2006, realizou-se uma consulta ao mercado e, consequentemente, foi solicitada uma redelegação do domínio, agora para esta nova entidade promotora do ENUM e em 2007, o governo holandês assinou um acordo com a ENUM NL para que esta entidade ficasse responsável pela gestão *Tier-1 Registry*.

Em Março de 2008, o serviço ENUM foi colocado em produção com o registo simbólico do primeiro número num evento realizado no Ministério da Economia. No *press-release* pode ler-se que “*O ENUM permite a desenvolvimento de novas aplicações. Estas aplicações criam, de forma imediata, oportunidades para a indústria Holandesa em torno do ENUM*”.²²

China

Desde cedo que a China tem acompanhado os desenvolvimento ENUM. Em 2001, foram iniciados os primeiros trabalhos de investigação e desenvolvimento e em 2002,

²² <http://www.enuminnederland.nl/node/22>, 4 de Julho de 2010

foi organizado um consórcio para a realização de um *Field Trial*. Com base na informação recolhida, decidiram solicitar a delegação do domínio, e, em 2002, passaram a gerir um dos seis “ENUM *root servers*” (e164.arpa domain server)

Desde de 2003, têm sido realizados diversos *Field Trials* com objectivos sectoriais, nomeadamente, processos de registo, testes de performance, integração de novos serviços, autenticação e autorização de serviços.

Austrália

Em 2003, o *Australian ENUM Discussion Group* (AEDG) propôs à *Australian Communications Authority* (ACA) a realização de um *Field Trial* com vista a implementar e testar os requisitos técnicos necessários a um sistema de registo, assim como, identificar os processos de autenticação e validação necessários para o aprovisionamento, considerando todas as implicações de privacidade.

A AEDG liderou o *Field Trial*, o qual, decorreu de Junho de 2005 a Junho de 2007 e determinou que, devido à falta de interesse no ENUM, não deveria ser considerada uma implementação comercial (AEDG, 2007). Ao mesmo tempo, indicou a necessidade de manter fóruns de discussão e uma estrutura de observação da tecnologia, de forma a observar e reavaliar a recomendação, caso surgissem novos desenvolvimentos relacionados com o ENUM. Foi determinado também que, qualquer desenvolvimento do ENUM deveria incluir o envolvimento relevante por parte do Governo e da autoridade reguladora. O relatório indica que qualquer implementação comercial sobre numeração fixa ou móvel deve ter em conta o consentimento e acordo dos respectivos operadores. Actualmente, o domínio ENUM referente ao prefixo australiano está desactivado²³.

V.4 - Situação Nacional

Segundo definição do ITU-T, cada país é responsável por motivar e gerir a sua adesão ao ENUM. Cabe ao ICP-ANACOM este papel enquanto representante de Portugal no ITU-T e regulador do mercado nacional de telecomunicações.

²³ <http://enum.com.au/>, 24 de Julho 2010

Como analisado anteriormente em “Processo de Implementação”, o processo de implementação do ENUM é realizado em fases. Portugal está neste momento na fase de consultas prévias ao *Field Trial*.

A tabela abaixo explicita o posicionamento actual das responsabilidades e funções dos *Stakeholders*, na perspectiva portuguesa.

	Entidade	Âmbito	Responsável por Funções	
			Administrativas	Técnicas
<i>Tier 0</i>	<i>Registry Tier-0</i>	Internacional	RIPE-NCC (mandatado pelo ITU-T e IAB)	RIPE-NCC
<i>Tier 1</i>	<i>Registry Tier-1</i>	Nacional	ICP-ANACOM	Não Definido
<i>Tier 2</i>	<i>Registrar</i>	Nacional	Não Definido	Não Definido

Fonte: elaboração própria

Tabela 8 – Distribuição Actual das Funções dos *Stakeholders*

V.4.1 - Processo de Consulta

A ANACOM realizou uma consulta sobre ENUM em 2007, precedida por uma outra sobre VoIP. Da primeira consulta, sobre VoIP, resultou a decisão de criar a numeração “30”, a qual define o conceito de Numeração Nómada, essencial, segundo a ANACOM, para permitir a entrada de serviços de telecomunicações de voz num ambiente em que o serviço de voz está desagregado do lacete local.

Da consulta sobre ENUM, verificou-se pouco interesse por parte do incumbente e por parte de outros operadores e fabricantes. A necessidade de avançar foi demonstrada apenas pela FCCN. Os restantes participantes na consulta mostraram interesse e disponibilidade em participar no *Field Trial*. Consequentemente, o ICP-ANACOM considerou adequado o estabelecimento de um Grupo de Trabalho ENUM para a realização de um futuro *Field Trial*.

No entanto, até à data, o Grupo de Trabalho ENUM não foi formalmente constituído.

V.4.2 - As Instituições

Tendo por base o estudo sobre *Field Trials*, abordado em “II.2.2 - Comparação de *Field Trials*”, e transportando o tipo de instituição descrito para o seu equivalente nacional, verifica-se que a implementação do ENUM em Portugal depende das seguintes instituições:

- Ministério das Obras Públicas, Transportes e Comunicações – entidade governamental que tutela a autoridade reguladora do mercado de telecomunicações;
- ICP-ANACOM – entidade reguladora do mercado de telecomunicações;
- FCCN – entidade gestora da rede académica e gestora do ccTLD “.pt”;
- Portugal Telecom – o operador histórico que mantém ainda uma grande presença no mercado;
- Portabil – entidade que gere a portabilidade da numeração entre operadores.

Cada uma destas entidades possui uma função e responsabilidade específica na implementação do ENUM em Portugal. Sem a coordenação, vontade e empenho destas instituições o *Field Trial* estará comprometido, tal como indica (Elixmann, et al., 2006) no seu estudo.

V.4.3 - Posição actual dos *Stakeholders*

A posição actual dos diversos *stakeholders* reflecte a resposta à Consulta Pública de Serviços ENUM lançada pelo ICP-ANACOM em 2007, actualizada com base na informação obtida no *workshop* “ENUM que Futuro?” dinamizado, também, pelo ICP-ANACOM, no final de 2009. A posição actual dos diversos *stakeholders*, em Portugal, é a seguinte:

ICP-ANACOM

Apesar da decisão de avançar com um “*Field Trial*” ter sido tomada, em 2007, três anos depois, não existe qualquer actividade relacionada com este. Do ponto de vista do

ICP-ANACOM, as actividades do regulador existem para servir o mercado nas suas diversas facetas, ao nível da oferta (operadores) e ao nível da procura (consumidores).

A posição do regulador é que não faz sentido iniciar o *Field Trial* dado que não existe interesse ao nível da oferta por parte dos grandes operadores, não existe estrutura capaz de suportar o *Trial* por parte dos pequenos operadores VoIP e a procura de um serviço *User ENUM* é muito reduzida.

FCCN

A FCCN, além da gestão do CC TLD de “.PT”, gere a Rede Ciência Tecnologia e Sociedade (RCTS) e, neste âmbito realiza actividades e projectos, em benefício da comunidade que serve. Em 2005, deu-se início ao projecto VoIP@RCTS, o qual pretendia disponibilizar um serviço VoIP sobre a RCTS, sendo uma das características inovadoras a consolidação das infra-estruturas de telecomunicações sobre a rede IP, não só nas redes internas das instituições, mas também de uma forma mais alargada.

Este serviço permitindo a troca de tráfego de voz com qualquer sistema baseado na tecnologia SIP, entre as instituições nacionais e as redes académicas internacionais e, usando a mesma infra-estrutura da RCTS, possibilita a troca de tráfego de voz entre as instituições académicas nacionais e internacionais e os diversos operadores de voz a nível nacional. Em 2010, o projecto VoIP@RCTS atinge todas as instituições de ensino superior, permitindo a troca de tráfego de voz com congéneres a nível internacional “on-net” e disponibilizando ainda a infra-estrutura para troca de tráfego entre as instituições e os diversos operadores, contratados por cada uma das instituições.

O mecanismo de endereçamento primário do VoIP@RCTS é baseado em URI. Devido às diversas razões já apresentadas anteriormente, a utilização de numeração E.164 é ainda fundamental, pelo que este projecto utiliza a tecnologia ENUM para a tradução de identificadores numéricos E.164 em endereços. Apesar da determinação da FCCN em avançar para o ENUM, conforme definido pelo ITU-T, tal não foi possível de forma atempada para este projecto pelo que, desde o início da sua implementação, é usada a árvore NREnum.net. O projecto VoIP@RCTS possui cerca de 30.000 números registados, sendo um dos maiores projectos implementados até hoje no mundo.

Na configuração dos diversos sistemas da infra-estrutura, a árvore `e164.arpa` é consultada de forma prioritária relativamente a qualquer uma das outras. Esta configuração produz uma consulta na árvore oficial de ENUM para cada tentativa de chamada.

O projecto VoIP@RCTS é por isto o factor determinante para os números que foram apresentados no RIPE-59, em Lisboa, onde que cerca de 20% das consultas *User ENUM* falhadas à escala global, têm origem em Portugal.

Tendo por base o *know-how* de administração do serviço de DNS e a administração da infra-estrutura de suporte ao projecto VoIP, a FCCN, apresentou diversas vezes publicamente a sua disponibilidade para participar no *Field Trial* como *Tier-1 Registry*. A última das quais no Workshop promovido pelo ICP-ANACOM, “ENUM: Que Futuro” realizado em Outubro de 2009.

A FCCN poderá potenciar um *Field Trial* exemplar, na medida em que possui capacidades, conhecimentos e infra-estruturas, os quais não estiveram disponíveis em qualquer outro *Field Trial* anterior a nível internacional. Dispõe de uma rede que integra mais 100 *registrars* através de meios de comunicação e divulgação especializados, nomeadamente o suporte do *Extensible Provision Protocol* (EPP) [RFC3732] para gestão de registos de DNS. Adicionalmente poderá suportar para IPv6, fundamental para soluções ponto-a-ponto sobre redes de nova geração (NGN) e DNSSec, que permite a assinatura das delegações e registos DNS.

Portugal Telecom

A posição da Portugal Telecom tem sido activa, participando nas diversas consultas, fóruns e *workshops*. Apesar disso, a sua disponibilidade para apoiar futuros desenvolvimentos do ENUM público, tem sido reduzida.

As razões apresentadas foram sistematizadas no *Workshop* “Internet Que Futuro?”²⁴:

²⁴ <http://www.anacom.pt/render.jsp?contentId=988521>, 30.10.2009

- Ambiguidade - Surgiram já serviços alternativos públicos ENUM-like, sob outros nomes de domínio, como o e164.org, que podem traduzir números de telefone e ser usados em paralelo ao e164.arpa.
- Latência – Num cenário de múltiplas árvores ENUM, e em que todas ou um apreciável número delas são pesquisadas, antes de se tomar uma decisão de encaminhamento, surge um problema de latência e tempo de estabelecimento de chamada.
- *Business case* - o *Public* ENUM original não tem tido o sucesso esperado (e um exemplo disso é Portugal), sendo possivelmente uma das causas, o facto dos operadores não consideram haver “*business case*” favorável numa configuração que assenta na Internet, via pela qual se efectua, não só a pesquisa de endereços, como se pode cursar o próprio tráfego.
- Escalabilidade / desempenho - É requerida uma latência consistentemente baixa (<1ms), em qualquer escala, uma vez que se poderá ter que processar centenas de milhões de *Records* em, potencialmente, muitas zonas.
- *Provisioning* - Actualizações em tempo real com distribuição e replicação de dados intra-rede, com o intuito de disponibilizar os dados o mais perto possível dos pontos terminais.
- Gestão de dados - Tratamento de múltiplas *authorities*, *roots* e *peers*, e ainda da portabilidade de número.
- Encaminhamento – Suporte a algoritmos de encaminhamento *least-cost*, com decisões baseadas no chamador, no chamado, etc.
- Segurança / privacidade – (necessidade de) transacções certificadas e suporte para DNSSEC (*DNS Security Extensions*) no ENUM público.

No final do *workshop*, o representante da Portugal Telecom reiterou que não existe interesse por parte desta empresa em apoiar um *Field Trial* relativo ao ENUM Público.

Portabil

A posição da Portabil resume-se à informação presente na sua resposta à consulta pública ENUM (ICP-ANACOM, 2007). Neste documento, a Portabil, indica que é favorável a um *Field Trial*, desde que exista interesse ao nível dos intervenientes do mercado. Considera que poderá ter interesse em participar no mercado português como gestor do ENUM *Registry* e/ou ser a entidade de validação.

Operadores

Numa conversa informal, um director de um operador, salientou que o principal problema relacionado com o *User ENUM* é a falta de segurança relacionada com os registos. De facto, não existe qualquer garantia da qualidade dos registos, quer ao nível da informação presente, quer na garantia que os dados presentes na hierarquia ENUM cheguem ao sistema do utilizador de forma adequada e não modificados. O problema agrava-se para os operadores, enquanto prestadores do serviço, no sentido que o seu cliente desconhece a existência do uso do ENUM e caso surja algum problema terá de ser o operador a responder perante essa falha.

Adicionalmente foi referida a necessidade de limitar o acesso a destinos que incorram em custos ou que são redireccionados para outras redes. Este problema obrigará a mecanismos mais inteligentes de processamento das mensagens de sinalização com a eventual criação de interfaces para o utilizador final poder escolher a acção a tomar, tal como existe actualmente, com o aviso de portabilidade nas redes móveis.

Os operadores de telecomunicações vão centrar-se em duas zonas de negócio: o acesso e os serviços. O acesso passará pela instalação de redes de acesso de nova geração e, em particular, da instalação de redes de fibra óptica. Os serviços serão, num primeiro momento disponibilizados pelos operadores integrados nas suas infra-estruturas, mas prevê-se que estes não possam liderar a longo prazo tendo em conta um mercado de Tecnologias de Informação maduro e altamente competitivo.

Nas novas redes de serviços, o ENUM trás algo muito importante, que é a possibilidade de manter a numeração. Se por um lado, para os utilizadores mais jovens, a numeração é apenas mais um tipo de identificação, para os utilizadores com mais idade é a forma “natural” de aceder a alguns serviços, dado que os números lhes conferem mais confiança.

Para este director, o *User ENUM* é inevitável, devendo ser atribuídas gamas de numeração específicas para este serviço, quer a nível nacional, quer a nível global. Estas gamas trariam grandes vantagens técnicas (dispensa de mecanismos inteligentes de encaminhamento, explicitação do destino Internet permitindo a desresponsabilização do operador em caso de falha) e facilidade de uso (manutenção do procedimento de chamada para o utilizador e dispensa de mecanismos de apresentação de opção de escolha aos utilizadores), de forma a permitir a prestação dos serviços *internet-phone* e *phone-internet* integrado com os serviços de telefonia tradicionais.

Integradores

Comparados com os operadores de telecomunicações, os integradores possuem uma dimensão muito reduzida. Estrategicamente, para manter a sua viabilidade, os integradores optam por uma das seguintes posições: prestar serviços integrados aos dos operadores; prestar serviços complementares aos dos operadores e prestar serviços distintos em nicho de mercado.

Questionando informalmente um representante de um integrador de *hardware*, foi possível confirmar que o operador incumbente está a motivar a adopção da tecnologia VoIP junto da sua massa de clientes. No entanto, obriga que essas instalações estejam configuradas de forma a contactar exclusivamente a sua rede. O operador promove soluções de gestão do equipamento telefónico em regime de *outsourcing*, em que o utilizador aluga uma infra-estrutura de telecomunicações VoIP (IP-PBX) sobre a qual não pode fazer qualquer tipo de operação ou exigência fora do contratado com o operador, ficando assim o utilizador impossibilitado de aceder a redes VoIP abertas. O integrador, apesar de reconhecer que seria perfeitamente viável o acesso a redes VoIP abertas e o uso do ENUM no equipamento, está limitado pelo contrato com o operador.

Um segundo tipo de integrador foi contactado, o qual, além de disponibilizar o serviço de instalação e operação da infra-estrutura de telecomunicações VoIP (IP-PBX), disponibiliza também alguns recursos adicionais (Servidor SIP, Registos ENUM em árvores alternativas, entre outros), onde o equipamento disponibilizado aos clientes é frequentemente fruto de desenvolvimento próprio ou integração de *know-how* de terceiros. Estes IP-PBXs são configurados numa lógica aberta com o intuito de permitir a troca de tráfego aberto na Internet, sem limitações, possibilitando mesmo o uso de

operadores virtuais espalhados pelo mundo. Os integradores deste tipo ocasionalmente possuem também licenças para operar como operadores VoIP.

Este segundo integrador referiu que tem como clientes PME's, a maioria das quais está sensibilizada para a tecnologia VoIP. No entanto, sente como ameaça ao desenvolvimento do seu negócio as soluções tradicionais de telefonia “pré-informáticas”, as quais ainda se vendem. Como forma de minimizar essa ameaça, tem sido feito um esforço para sensibilizar os seus potenciais clientes para as vantagens da adopção das tecnologias VoIP em redes abertas. Actualmente, devido à inexistência do ENUM em Portugal, este integrador utiliza e promove junto dos seus clientes, o uso da árvore e164.org, apesar dos diversos problemas que lhe são inerentes. O integrador salientou que o *User ENUM* é fundamental para o desenvolvimento do seu negócio e para aumentar a sua base instalada. No entanto, devido à sua pequena dimensão e estrutura, não possui peso nem capacidade para promover qualquer alteração ao nível da regulação.

V.5 - Modelo de Negócio

Um ponto sensível da problemática do ENUM são os modelos de negócio sobre o qual os serviços assentam, em particular os custos de implementação e de funcionamento do *Field Trial*.

V.5.1 - Registry

(i) *Sustentabilidade*

O processo de definição do modelo de negócio depende de país para país. De facto, o contexto económico-regulador e a posição dos *stakeholders* são fundamentais para a definição de um modelo de negócio sustentável.

Depende também da existência, ou não, de entidades que possam suportar o modelo de negócio desejado. Nos países que possuem o ENUM, em operação, optou-se por uma das duas soluções:

- Reutilização de estruturas (integrado);
- Criação de uma nova entidade.

A reutilização de estruturas foi realizada na Alemanha e na Áustria como forma de redução de custos. Ao associar a gestão do ENUM à entidade que gere o ccTLD do país, foi possível reduzir o tempo de implementação, os custos com arquitectura e os recursos para manipulação dos objectos, uma vez que os processos do ccTLD são, à partida, muito próximos dos necessários por parte do ENUM. No entanto, devido à sua dependência e estrutura interna, trata-se de um serviço de *Registry* que depende dos *Registrars* para fazer a divulgação e dinamização do serviço junto dos consumidores.

Alternativamente ao ccTLD, em Portugal, a Portabil lida especificamente com questões de numeração, em particular, a portabilidade da numeração entre operadores. A Portabil é uma entidade que goza de um relacionamento directo com os operadores, mas está muito afastada dos consumidores. Actualmente, as tecnologias e metodologias utilizadas estão pouco relacionadas com as tarefas que o serviço ENUM aberto requer. A Portabil apresenta-se como uma excelente entidade para a implementação de *Infrastructure* ENUM à escala nacional.

A criação de uma nova entidade, como aconteceu no Reino Unido, abre a possibilidade de avançar para um movimento mais agressivo no mercado, permitindo a criação de novos serviços completos em torno do ENUM. No entanto, esta abordagem aumenta, em muito, os custos e a operação da estrutura podendo entrar em conflito, por vezes, com as entidades que pretende servir.

(ii) Modelo de Custos

Independentemente da opção da estrutura de suporte, o modelo de negócio deve ser sustentável. Seguem-se um conjunto de observações, as quais, têm por base os valores cobrados no ccTLD de “.pt”.

Uma infra-estrutura base de ENUM, à semelhança da que acontece para o ccTLD de “.pt” possui um custo de investimento inicial. De forma a garantir a redundância, os sistemas informáticos redundantes devem ser instalados em locais distintos. Adicionalmente, deve existir um sistema de suporte à plataforma tecnológica que permita implementar os fluxos de dados, solicitações, facturação e manipulação de informação. Num ambiente inicial, não deverá ser necessário mais do que dois colaboradores para dar suporte a todas as solicitações.

Apresentam-se abaixo os cenários de custos anuais e valores de custos para cada um dos tipos :

	Integrado	Nova Estrutura
Investimento		
Equipamento	15.000,00 €	45.000,00 €
Software	35.000,00 €	85.000,00 €
Total Investimento	50.000,00 €	130.000,00 €
Funcionamento		
Instalações	10.000,00 €	50.000,00 €
Operação	50.000,00 €	100.000,00 €
Pessoal	70.000,00 €	87.500,00 €
Total Funcionamento	130.000,00 €	237.500,00 €
Total Custos	180.000,00 €	367.500,00 €

Fonte: elaborado pelo próprio, com base em estimativas do autor.

Tabela 9 - Tabela de Custos

As diferenças em custos relacionam-se com os ganhos existentes na reutilização da infra-estrutura integrada com o ccTLD.

Os custos de funcionamento reflectem uma imputação de custos de funcionamento junto da estrutura existente no ccTLD.

Os custos de operação por parte de uma nova entidade adicionais referem-se, na sua maioria, a um conjunto de actividades de divulgação, formação e sensibilização da comunidade, os quais, o ccTLD não terá de fazer devido à rede de contactos pré-estabelecida.

Os custos com pessoal são menores pois integrar-se-ão nas estruturas funcionais e hierárquicas já existentes.

Tendo por base este conjunto de custos de funcionamento, a amortização a 3 anos dos custos de investimento e um custo de 5€ por registo ENUM, verifica-se que o volume de registos presentes para cobrir os custos deve ser o seguinte:

	Integrado	Nova Estrutura
Custo Anual	146.666,67 €	280.833,33 €
Custo Registo Médio	5,00 €	5,00 €
Números de Registos	29.333,33	56.166,67

Fonte: elaboração própria

Tabela 10 - Número de Registos para Retorno de Investimento a 3 anos

A sustentabilidade do serviço depende, segundo esta previsão do autor, de um número significativo de registos, entre os 30.000 e os 60.000 números para custos na ordem dos 150.000€ a 300.000€ por ano, respectivamente.

Comparando com o total de clientes VoIP Nómada (mais de 100.000, em 2009) e o número de utilizadores do Projecto VoIP@RCTS (cerca de 30.000, em 2009) verifica-se que, caso as entidades relevantes colaborassem, o valor necessário para a massa-crítica do modelo de negócio seria atingido.

De notar que internacionalmente, os custos do serviço ENUM, apesar de relativamente pequenos comparativamente com os valores do mercado de telecomunicações, são subsidiados pelos governos ou pelos *stakeholders* e não financiados directamente pelos aderentes ao serviço.

V.5.2 - Outros Modelos de Negócio

Juntamente com o modelo de negócio da *Registry* para suporte à infra-estrutura, existem também outros modelos de negócio que fazem sentido analisar:

- *Registrar* – bundled
- *Registrar* – unbundled
- Consumidor
- Utilizador

Registrar - bundled

Uma entidade como é, por exemplo, um operador de telecomunicações de voz, um ISP ou um integrador VoIP, fornece o serviço de valor acrescentado poderá ser um *Registrar-Bundled*. O valor do registo na ordem dos 5€ por ano, cobrado pelo *Registry*, é acomodável na estrutura de custos dos produtos e serviços disponibilizados. De facto, a existência desse serviço poderá trazer uma mais-valia em termos de base de utilizadores instalados e assim aumentar o valor da rede e da própria oferta aos seus clientes.

O custo seria suportado pela entidade englobado no pacote de serviços que disponibiliza ao seu cliente final no âmbito da manutenção e suporte do serviço prestado ou equipamento fornecido.

Registrar - unbundled

Um *registrar* que disponibilize o serviço apenas, de forma desagregada, obtém o valor o seu retorno adicionando o seu custo e margem ao valor do registo ao nível da *Registry*. No modelo actual do DNS, em Portugal, os *registrars* que disponibilizam serviços desagregados cobram aos seus clientes valores na ordem dos 25€/ano por domínio e um custo junto da *Registry* de 15€. Dado que, para o *registrar* se trata de uma acção alinhada com a sua infra-estrutura, não deverá necessitar de fazer quaisquer adaptações significativas ao processo nem ao modelo de negócio, pelo que o *overhead* deve ser idêntico, na ordem dos 10€ por registo. O custo para o cliente final por registo deverá, neste caso, rondar os 15€/ano.

Consumidor

Os consumidores ou entidades aderentes ao serviço ENUM, que subscrevam serviços *unbundled*, têm como motivação e modelo de negócio disponibilizar um meio de contacto conhecido (o número telefónico) num meio de contacto de baixo custo para os seus colaboradores e parceiros que usem tecnologias VoIP para estabelecer chamadas. Activam, também, a possibilidade de disponibilizar formas alternativas de contacto baseadas no número. Isto é especialmente interessante para *Call Centers* ou serviços baseados em telefonia, em que os custos são suportados pela entidade prestadora destinatária da chamada.

Utilizadores

O grande benefício proporcionado pelo ENUM é a capacidade que os utilizadores da tecnologia VoIP têm de estabelecer uma chamada directamente em VoIP para o destino utilizando a numeração pública tradicional. As chamadas realizadas desta forma podem, potencialmente, ser realizadas com um custo marginal de zero euros, qualquer que seja a localização da origem ou destino no globo. Adicionalmente, podem adoptar novas tecnologias de comunicação, nomeadamente: videoconferência; áudio-conferência de alta qualidade ou soluções de telepresença.

Um exemplo da aplicação e das vantagens da tecnologia do ENUM é visível no projecto VoIP@RCTS na seguinte notícia publicada no Site do Ministério da Ciência e Tecnologia.

Universidades e Politécnicos reduzem custos de comunicações com inovação tecnológica

Lisboa, 30 Agosto (MCTES) - O sistema de ensino superior público conseguiu reduzir os seus custos de comunicações já no primeiro semestre deste ano em cerca de 20% em resultado do impacto da generalização do sistema VOIP.

Os custos associados a comunicações reduziram-se de 4 para 3,3 milhões de euros entre o primeiro semestre de 2009 e o primeiro semestre de 2010, estimando-se que, no final do ano, a redução possa atingir cerca de 1,7 milhões de euros.

A generalização do sistema VOIP ("Voz sobre IP") ao sistema de ensino superior consiste no uso da Internet para as comunicações de voz, já que o sistema científico e de ensino superior dispõe hoje de grande capacidade de interligação através da Internet.

A redução de custos já obtida resulta de um programa estratégico desenhado e conduzido pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior, através da FCCN, em conjunto com as Universidades e Politécnicos. A FCCN (Fundação para a Computação Científica Nacional) é a entidade que gere e desenvolve a rede nacional de comunicações de dados de alto débito no sistema científico e do ensino superior (RCTS).

In: <http://www.mctes.pt/?idc=14&idi=2072>

Capítulo VI - Conclusão

O ENUM, enquanto tecnologia jovem encontra-se, ainda numa fase inicial de difusão. Verifica-se que ainda não preenche positivamente os factores incentivadores, nem mitiga os factores inibidores. No entanto, dois caminhos começam a delinear-se.

O ENUM constitui uma inovação recente no mercado das telecomunicações, que, apesar de ter mais de 10 anos, é de facto, muito jovem, se comparado com outras tecnologias que se tornaram adoptadas de forma geral na indústria. O estabelecimento da numeração E.164 que permitiu a realização de chamadas, de forma automática, entre países demorou alguns anos a concluir²⁵. A adopção do RDIS²⁶ demorou quase 20 anos para ser suportada à escala global. O ENUM evolui assim, de forma natural, neste mercado complexo que depende, em grande parte, de factores de rede e de regulação.

O *Carrier ENUM* foi adoptado como um mecanismo de suporte ao encaminhamento por parte do IMS, o qual é a base das NGN. Estas redes, constituem uma aposta por parte dos operadores para combater serviços já disponibilizados através da Internet pública, mas que não são, possíveis nas redes actuais, sendo que esta aposta é fundamental para a sua sobrevivência nos próximos anos. O *Carrier ENUM* vai, mais cedo ou mais tarde, difundir-se por todos os operadores à escala global.

O *User ENUM* possui um conjunto de características intrínsecas que dificultam a sua difusão natural junto da comunidade de potenciais utilizadores. O contexto em que se insere o *User ENUM*, também, não é o mais favorável, nomeadamente nos entraves que apresenta, nem tão pouco é uma tecnologia “sexy”, no sentido, de que não é evidente, nem proporciona valor acrescentado ao utilizador num primeiro contacto. A ausência de efeitos de rede fazem-se sentir, de forma asfixiante, originando um quase *deadlock* da tecnologia.

²⁵ <http://www.wtng.info/wtng-hst.html>

²⁶ <http://www.ralphb.net/ISDN/history.html>

A falta de um modelo de negócio e a incerteza que produz no mercado das telecomunicações é outro factor muito relevante, assim como o risco que o *User ENUM* apresenta, promovendo uma oposição, mais ou menos calorosa de alguns dos *stakeholders* determinantes. No entanto, estes factores não são específicos de Portugal. De facto, verifica-se uma grande concentração de actividade na Europa, mas na maior parte dos países do mundo e áreas geográficas não possuem sequer actividades de consulta sobre esta temática. Verifica-se, isso sim, a existência de factores determinantes positivos nos países em que o *User ENUM* se desenvolveu de forma mais célere. Estes factores relacionam-se com o empenho político em disponibilizar serviços e ferramentas inovadoras aos mercados de telecomunicações, com o contexto dinâmico dos diversos mercados e com os momentos específicos em que aconteceram.

Sendo o ENUM uma tecnologia que necessita de um conjunto de factores suficientes para o seu desenvolvimento, visto que não estamos perante um processo dinâmico de difusão tecnológica e dada a escassez/inexistência de massa crítica, verifica-se que, para o sucesso do ENUM, os seus *stakeholders* terão, necessariamente, de apoiar e subsidiar a tecnologia. Um dos passos apontados pela bibliografia é a procura de nichos de mercado para amadurecer e tornar a tecnologia comercializável e, desta forma, motivar a passagem do “*chasm*”.

A centena de milhar de utilizadores VoIP Nómada ou mesmo a rede promovida no âmbito do projecto VoIP@RCTS, num âmbito mais restrito, poderão ser dois grupos de base fundamentais para formar a massa crítica necessária a um serviço *User ENUM*.

Tendo em conta o descrito por (Husig, 2009) e dado o momento em que o *User ENUM* se encontra, considerando-se a oposição por parte do incumbente, é possível que estejamos perante uma tecnologia com potencial disruptivo.

A resposta célere por parte das entidades reguladoras é fundamental, caso contrário, as medidas tornam-se ineficientes ou obsoletas. A não tomada de decisão positiva para com o ENUM leva à estagnação desta tecnologia e das oportunidades por ela potenciadas. Não se rejeitando o ENUM, os *stakeholders* interessados ficam na expectativa e aguardam. Não desenvolvem nada nesta tecnologia, por causa do risco de não-aceitação e não passam para outra tecnologia alternativa por considerarem esta a mais adequada. Se o objectivo da regulação é garantir a evolução de um mercado

dinâmico e auto-suficiente, compreende-se, a relutância do regulador em tomar uma posição tendo em conta o risco do possível impacto económico desta decisão. No entanto, se o regulador pretender contribuir para um mercado competitivo, inovador e adaptado ao contexto e realidades internacionais, terá de dar passos claros neste sentido.

A regulação tem um papel fundamental no desenvolvimento futuro dos mercados de telecomunicações. Sendo o ENUM uma tecnologia que pode ter impactos sobre diversos mercados de telecomunicações, tem de ser reconhecido como tal pelo regulador. Cabe ao este implementar medidas que se centrem, não na tecnologia pela tecnologia, mas sim sobre a promoção e desenvolvimentos de novos serviços que sobre ela assentam, tendo sempre como objectivo final no benefício do consumidor e não dos agentes de mercado.

O desenvolvimento do *Field Trial* é fundamental, mas para que o ENUM seja bem-sucedido e seja possível o posterior desenvolvimento de serviços. Para tal, tem de existir um corpo de interessados, capaz e coeso. De momento, o grande desinteresse nesta tecnologia por parte dos incumbentes (operadores tradicionais) e a falta de estrutura e recursos dos pequenos operadores VoIP, inviabiliza a implementação do *Field Trial*.

Apesar de o regulador considerar que não estão reunidas as condições para se iniciar o *Field Trial*, é sua obrigação incentivar a inovação em novos serviços e antecipar a aplicação de novas tecnologias, não devendo ficar preso à viabilidade económica dessas mesmas tecnologias.

Regular para garantir a segurança e qualidade dos serviços de Voz, não só tradicional, como também IP (VoIP), é fundamental. A ausência de regulação está a limitar, de forma determinante, a realização de novos projectos na área, inibindo utilizadores de procurarem soluções mais eficientes, fabricantes de desenvolver novos produtos e operadores de apresentarem novos serviços à escala internacional.

Por outro lado, as dificuldades apresentadas pelos operadores não podem ser desculpa para a não aplicação do ENUM, pois existem inúmeras soluções já experimentadas nos diversos *Field Trials* internacionais e outras que, entretanto, se tornaram possíveis de implementar, como por exemplo, fazendo uso dos novos dispositivos de telecomunicações existentes.

Novos desenvolvimentos comerciais à margem da rede telefónica tradicional têm estado a ganhar suporte por parte da comunidade de utilizadores, mas o processo ainda está no seu início. Dentro de poucos anos o “V” de VoIP deixará de ser de “Voz” para passar a ser de “Vídeo” e os endereços deixarão de ser números para passarem a ser compostos por caracteres alfanuméricos.

Independentemente da localização onde o serviço é contratado, a numeração E.164 pode simplesmente ser trocada por outro tipo de numeração ou endereçamento com a cada vez maior disseminação de dispositivos de comunicação pessoal baseados em IP. Produtos comerciais como: GoogleTalk, Skype, MSN Messenger ou Apple FaceTime utilizam identificadores alfanuméricos que são mais fáceis de memorizar, personalizáveis e que se podem tornar independentes dos prestadores de serviços com a evolução e a integração destas redes, ficando associados a um utilizador durante a sua vida, de forma gratuita.

A perspectiva do futuro por parte das entidades reguladoras internacionais tem de se tornar visível agora, sob pena de se perpetuarem as ilhas de comunicações fechadas, proprietárias, inseguras e desreguladas com que lidamos actualmente.

Os desafios para o regulador são por isso gigantescos. A existência de serviços em diversas tecnologias de acesso (RFT/VoIP) com base em diferentes tipos de paradigma de mercado (integral/modular) que podem ser geridas de formas distintas (*interconnected/unmanaged*), tornam a tomada de decisão sobre tecnologias integradoras, como o ENUM, uma decisão difícil, especialmente, quando não existe uma coesão à escala internacional, por parte destes corpos, relativamente ao tema. Se, por um lado, existem reguladores mais permissivos e/ou dinâmicos, por outro existem outros que são bloqueantes e inoperantes. Num mercado e numa rede à escala global, em que as fronteiras e as barreiras geográficas são virtuais, os utilizadores podem contratar serviços em qualquer ponto da rede, escapando assim a situações ou dificuldades pontuais locais, mas comprometendo definitivamente efeitos de difusão em rede potenciadores de maior inovação e receita.

O ENUM é apenas mais um dos desafios da colisão da Internet com o mercado tradicional de telecomunicações. Vaishnav (Vaishnav, 2010) apresenta uma pista

quando indica que a solução passa por uma alteração no paradigma da regulação e pela criação de mecanismos mais adequados e céleres à nova dinâmica e complexidade.

Caso se opte por não avançar com o ENUM, será necessário preparar o mercado e as estruturas reguladoras para o impacto que virá da massificação das redes VoIP com políticas abertas. Estas redes caracterizam-se, segundo Vaishnav (Vaishnav, 2010) como “*unmanaged*”, não sendo reguláveis no paradigma actual. Nesta situação, os reguladores não possuem qualquer instrumento eficaz para proteger a indústria e cumprir os seus objectivos base.

Se se pretender avançar com o ENUM, então a realização de um *Field Trial* é um passo fundamental. Tendo por base a recomendação do ICP-ANACOM de formar um grupo de trabalho, este deve incluir membros do MOPTC, da PT, FCCN e Portabil. Devem ser tomadas em conta recomendações originadas por outros *Field Trial*, tais como a utilização de DNSSec, de EPP para a gestão fiável de registos do DNS e definição de modelos processuais e de negócio o mais próximo do pretendido, mantendo um sentido pragmático e objectivo.

A subsidiação do *Field Trial* é prática corrente nos diversos países, mas, garantindo uma massa-crítica de utilizadores e reutilizando estruturas já existentes, consegue-se que os custos de operação iniciais sejam muito reduzidos se comparados, por exemplo, com as receitas obtidas pelos operadores apenas pelos serviços VoIP.

Neste sentido, um modelo de negócio será viável e sustentável, desde que seja atingido o número crítico de utilizadores, ainda que esteja longe de ser um serviço com lucros significativos. Analisando os serviços existentes noutros países, considera-se como um problema difícil de resolver, o atingir um número suficiente de utilizadores para a sustentabilidade.

Os problemas técnicos como a privacidade dos dados ou a sua qualidade podem ser minimizados, mas não têm solução, no momento actual. Existem desenvolvimentos técnicos que permitem resolver algumas questões, mas o ENUM anda a velocidades diferentes no mundo e, para manter a utilidade do sistema, é necessário mantê-lo compatível e coerente. Neste momento o que é compatível e coerente pode, em alguns

casos, ser um risco à privacidade e, noutros, os dados podem conter informação incorrecta.

O ENUM apresenta-se como uma solução para um problema de integração. Durante os últimos 10 anos, nenhuma nova tecnologia se apresentou como promissora para o substituir. O ENUM é considerado, em geral, como uma solução satisfatória para um processo de transição que se espera relativamente curto e que, na ausência de alternativas, é, inevitavelmente, a melhor. A ausência de sucesso do ENUM e a conhecida resistência por parte dos operadores e das entidades reguladoras, em geral, faz com que não exista qualquer motivação para procurar uma solução alternativa ao ENUM.

Talvez um dos maiores entraves ao ENUM seja a predição catastrofista, no plano económico, da sua adopção por parte do mercado. A generalização do ENUM e do VoIP permitiria o *bypass* aos operadores de telecomunicações, os quais, perderiam uma quantidade significativa de receitas. Apesar deste racional ser válido, a verdade é que os operadores estão a fazer uma mudança da sua estrutura de receitas para se centrarem no acesso físico à rede e na prestação de serviços diferenciados de alto valor (*Triple e Quad Play*). Cada vez mais, os tarifários de telecomunicações, possuem valores residuais no que respeita ao serviço de voz, o que faz com que a perda destas receitas seja, a médio prazo, insignificante. A proliferação de serviços VoIP, mais fáceis de utilizar, mais acessíveis e de maior qualidade acabará por desviar, inevitavelmente, os utilizadores dos serviços de voz tradicionais. A manutenção de infra-estruturas de suporte às redes tradicionais de telecomunicações, caras e com poucos utilizadores, passará a ter um custo insuportável. De facto, nesse momento, não só o *Carrier ENUM* como o próprio *User ENUM* serão vistos de forma positiva pois permitiram diferenciar os serviços de acesso de maior qualidade, pelo que, serão os próprios operadores a motivar o seu uso junto dos utilizadores. Será um momento irónico, quando a falta de regulação adequada produzir entraves à manutenção sustentável do serviço por parte dos operadores tradicionais, sendo talvez, tarde demais, quer para Portugal, quer para as entidades reguladoras. A transição dos utilizadores para redes de empresas globais, estrangeiras, tornará mais fraca a capacidade de promover soluções de telecomunicações seguras, de qualidade, democráticas e neutrais.

O ENUM não é um sistema fechado no mundo dos operadores, mas um sistema aberto no mundo da Internet. A colisão destes dois mundos com histórias e pressupostos distintos é o grande entrave que o ENUM enfrenta para a sua difusão. Ultrapassar este problema é uma questão política, mais do que técnica, reguladora ou comercial.

Os entraves à adesão do ENUM centram-se assim, na ausência de manifestação de interesse, em geral, pelos potenciais utilizadores, pela ausência de um modelo de negócio de alta rentabilidade (no presente ou no futuro) e pela ausência de uma definição clara das políticas, quer a nível nacional, quer a nível internacional.

Referências Bibliográficas

Bibliografia

AEDG, Australian ENUM Discussion Group. 2007. *Evaluation of the Australian ENUM Trial.*

Arthur, W. Brian. 1996. *Increasing Returns and the New World of Business.*

Bourreau, Marc and Dogan, Pinar. 2001. *Regulation and Innovation in the Telecommunications Industry.* Telecommunications Policy. Toulouse, France. Vol. 25, Issue 3, pp. Pages 167-184. ISSN: 0308-5961.

Christensen, C. M., Anthony, S.D. e Roth, E. A. 2004. *Seeing What's Next - Using the Theories of Innovation to Predict Industry Change.* Boston, HBS Press.

Elixmann, Dieter, et al. 2005. *VoIP Business Models and ENUM – Opportunities and Challenges.* WIK - Wissenschaftliches Institut für Kommunikationsdienste, 2005.

Elixmann, Dieter; Hillebrand, Annette e Schäfer, Ralf G. 2006. *A Comparison of ENUM Field Trials.* Governance of Communication Networks. Springer, pp. 93-110.

Elixmann, Dieter; Marcus, J. Scott e Wernick, Dr. Christian. 2008. *The Regulation of Voice over IP (VoIP) in Europe.* Bad Honnef, Wik Consult GmbH.

Fagerberg, J. 2004. *Innovation: A guide to the Literature.* [ed.] J. Fagerberg, D. Mowery e R.Nelson. Oxford Handbook of Innovation. s.l. : Oxford Univ. Press.

Fichman, Robert G. 1999. *The Diffusion and Assimilation of Information Technology Innovation.* Chestnut Hill.

Hall, Bronwyn H. 2004. *Innovation and Diffusion.* [book auth.] Mowery and Nelson (eds.) Fagberg. Oxford Handbook of Innovation., Oxford Univ. Press.

Hüsig, Stefan. 2009. *Analysing the Disruptive Potential in the Telecommunications Industry*. Handbook of Research on Telecommunications Planning and Management for Business, pp. 108-124.

ICP-ANACOM. 2008. *Anuário do Sector das Comunicações em Portugal*. Lisboa, ICP - Autoridade Nacional de Comunicações. ISBN: 978-972-786-032-6 / ISSN: 9646-8627.

—. **2006.** *Consulta Pública - Serviço ENUM*. Lisboa.

—. **2007.** *Relatório - Consulta Pública sobre o Serviço ENUM*. Lisboa.

—. **2008.** *Situação das Comunicações 2008*. ICP-ANACOM. [Online] , ISBN: 978-972-786-044-9 / ISSN: 1646-429X.

—. **2010.** *Situação das Comunicações 2009*. [Online] Julho de 2010.

ITU-T. 2010b. *ICT Regulation Toolkit - Module 2. Competition and Price Regulation*. [Online] 2010b. <http://www.ictregulationtoolkit.org/en/SectionPDF.1560.html>.

Kotler, P. 1999. *Marketing Management*. New Jersey : Prentice Hall.

Marcus, Scott; Elixmann, Dieter e Wernick, Christian. 2008. *The Regulation of Voice over IP (VoIP) in Europe*. Bad Honnef, Wik Consult.

Maris, L. A. 2006. *Infrastructure ENUM - Implementation Options for the Netherlands*. [PDF] Eindhoven. ID 0501315.

McTaggart, Craig. 2001. *E Pluribus ENUM: Unifying International Telecommunications Network and Governance*. Alexandria, Virginia, USA.

Moore, G. A. 1999. *Crossing the Chasm : marketing and selling high-tech products to mainstream customers*. New York, HarperBusiness.

RFC3761. 2004. *The E.164 to Uniform Resource Identifiers (URI) Dynamic Delegation Discovery System (DDDS) Application (ENUM)*.

Rogers, Everett M. 1995. *Elements of Diffusion. Diffusion of Innovations*. The Free Press, pp. 1-37.

Stastny, Richard. 2003. [Online] Março de 2003. [Citação: 01 de Março de 2010.]
http://enum.nic.at/documents/AETP/Presentations/Austria/0011-2003-03-Australia/2003-03_ACA_Stastny2.PPT.

TERENA Task Force on Enhanced Communication Services – TF-ECS. 2008.
TERENA SIP Handbook. TERENA, Amesterdam, 2008.

Vaishnav, Chintan. 2010. *The End of Core: Should Disruptive Innovation in Telecommunication Invoke Discontinuous Regulation?*, Massachusetts Institute of Technology. Cambridge.

Sites Consultados

FCCN – Fundação para a Computação Científica Nacional
<http://www.fccn.pt>

ICP-ANACOM – Autoridade Nacional para as Telecomunicações
<http://www.anacom.pt>

ENUM Delegations
<http://www.itu.int/ITU-T/inr/enum/>

ENUM Homepage
<http://www.ripe.net/enum>

RIPE ENUM Working Group
<http://enumdata.org/>

+ICT Regulation Toolkit
<http://www.ictregulationtoolkit.org/en/index.html>

[Esta página foi intencionalmente deixada em branco]